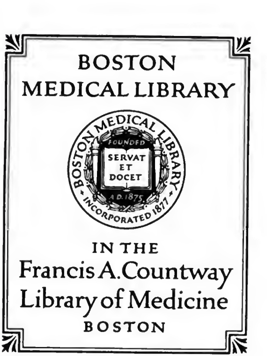
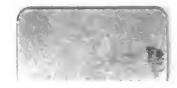






ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN,

IN VERBINDUNG MIT MEHREREN GELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R^. JOHANNES MÜLLER

ORD. ÖFFENTL. PROF. DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGL. ANAT. MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS ZU BERLIN.

Jahrgang 1856.

Mit achtzehn Kupfertafeln.

BERLIN.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Inhaltsanzeige.

Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1855.

Von

K. B. Reichert

in Breslau.

Allgemeiner Theil.

Die Morphologie auf dem Standpunkt der systematischen Naturauffassung.

Der letzte Jahresbericht gab dem Ref. Gelegenheit, die atomistische und die sogenannte systematische Naturauffassnng auf dem organischen Gebiete mit Rücksicht auf ihre wesentlich verschiedenen Grundlagen, auf die gänzlich abweichende Methode der wissenschaftlichen Behandlnng und Bearbeitung des vorliegenden Stoffes, und endlich anch auf ihre Berechtigung im Allgemeinen und mit besonderer Beziehnng auf die Zelle näher zu besprechen. Indem wir von allen weiteren, metaphysischen Betrachtungen absahen nnd uns auf den empirischen Boden, der vorliegt und den der Naturforscher festznhalten hat, stellten, liess sich der wesentliche Unterschied beider Naturauffassungen knrz dadurch charakterisiren, dass der Systematiker als eine fundamentale Eigenschaft der organischen Schöpfung im grossen Ganzen, wie in den Einzelnheiten das systematische Wesen anerkenne, nnd dass der Atomist dieses leugne oder wenigstens gänzlich vernachlässige und dafür von willkürlich erwählten Atomen, von beseelten Monaden, sogar von blossen Kraftpnnkten u. s. w. als den eigentlichen fundamentalen Grnndlagen ansgehe. Es wurde ferner darauf hingewiesen, dass mit diesem so wesentlich verschiedenen Standpunkte beider Natnranffassungen anch eine wesentlich verschiedene Methode in der wissenschaftlichen Anffassung, Behandlnng, Bearbeitung des gegebenen Stoffes verbunden sei. Der Systematiker dringt mit Beobachtung und Experiment analysirend in die ihm vorliegende, systematisch organisirte Schöpfung ein; er will oder soll wenigstens das systematische Wesen nicht

anfbauen wollen; er soll das Vorliegende analytisch zerglie-dern und jede Erscheinung mit Rücksicht oder, wenn man will, mit der notbwendigen Induktion auf die im räumlichen Nebeneinander oder im zeitlichen Aufeinander dargebotenen regulatorischen Einbeiten auffassen nud wissenschaftlich bearbeiten. Der Atomist addirt; er aggregirt und konstruirt mit Rücksicht oder mit der notbwendigen Induktion auf seine Atome, auf seine Kraftpunkte — nach künstlich erdachten und calculirten Schemen; er will mit seinen Atomen die Organismen und die gesammte organische Schöpfung aufbauen und schaffen, wie man Häuser, Maschinen baut, oder andere Kunstprodukte, die in allen Fällen nur Aggregatsysteme sein können, zu Stande bringt; alle Beobachtungen und Versuche können bei strenger Konseqnenz nur eine solche Richtung einschlagen nnd verfolgen. Bei beiden Naturauffassungen giebt sich also ein wesentlich verschiedenes, logisches Denkverfahren zu erkennen, sobald es darauf ankommt, die vereinzelte Erscheinung, die Beobachtung, die durch Versuch ermittelte Tbatsache wissenschaftlich zu verwerthen; eine ganze Reihe der wichtigsten Vorstellungen nnd Begriffe, die in dem systematischen Grundcharakter der organischen Schöpfung wurzeln, müssen dem Atomisten entgeben und, wie die Erfahrung reichlich gelehrt hat, gänzlich unverständlich bleiben.

Um nicht misverstanden zu werden, müssen wir hervorheben, dass die Unterschiede beider Metboden nicht blos in dem analytischen und synthetischen Verfahren liegen. Bei den Bemühungen des Systematikers, das System in der organischen Schöpfung zu ermitteln, wird oft ein synthetisches Verfahren unvermeidlich, aber es dient nur zur Vorarbeit und darf nicht die Analyse mit der Induktion auf den systematischen Grundcharakter untergraben wollen. Die organische Schöpfung ist ja auch überdies reich an wirklichen Aggregationsverhältnissen von zuweilen sehr komplizirter Anordnung nnd einem scheinbar systematischen Gepräge; hier bewegt sich die Synthese sogar in einem freieren Spielraume. Auf der anderen Seite entzieht sich auch der Atomist durchaus nicht dem analytischen Verfahren; es fehlt nur ein Etwas dabei, freilich das Wichtigste: die Induktion auf den systematischen Grundcharakter; seine Analyse ist daher nur ein Vorspiel, eine Vorarbeit für eine willkürlich, obschon oft recht schlau und scharfsinnig auszuführende Synthese. Der Unterschied und wahre Gegensatz beider Methoden wurzelt also in der Induktion anf das Atom oder, wenn man will, auf die Atome, und in der Induktion anf einen anerkannten systematischen Körper von natürlicher und nicht künstlicher Form und Beschaffenheit.

Nach ihrem ursprünglichen Standpunkte, sowie in Be-

rücksichtigung der wissenschaftlichen Methode sind also beide Naturauffassungen einander so entgegengesetzt, dass ein gemeinschaftliches Zusammengehen auf demselben Gebiete *bei Voraussetzung einer strengen Konsequenz* unmöglich ist. Fragten wir daher nach ihrer Berechtigung auf dem organischen Gebiete, so war die Entscheidung nicht schwer. Der Atomist hat als Grundlage Atome, deren Realität mindestens hypothetisch ist, der Systematiker hält sich an einen Grundcharakter der organischen Schöpfung, welcher jedem unbefangenen Beobachter offen zu Tage liegt und der um so gründlicher gewürdigt wird, je tiefer wir mit ernsten Studien in die organische Natur eingedrungen sind. Ist aber der systematische Grundcharakter der organischen Schöpfung eine nicht abzuweisende Thatsache, dann — wir wiederholen es — giebt es nach allgemein anerkannten, induktiven logischen Gesetzen keine andere Methode einer wahren wissenschaftlichen Behandlung des vorliegenden Materials, als die oben bezeichnete, welche die Dinge in dem systematischen Verbande, in der Verkettung, wie sie eben gegeben ist, wissenschaftlich auffasst und dem entsprechend verarbeitet.

Die systematische Naturauffassung hat ihren Kampf nicht allein mit der atomistischen zu bestehen. Eine jede Naturauffassung, welche den systematischen Grundcharakter der organischen Schöpfung nicht zum Ausgangspunkt der Betrachtung erwählt, oder auch nur ein Verfahren, welches konsequent oder je nach Umständen obigen Standpunkt aus den Augen verliert, wird sich auf ähnliche Weise gegen sie verhalten müssen. Die Geschichte hat es nachzuweisen, wie sich die systematische Naturauffassung allmälig herangebildet, in welcher Form und unter welchem Gewande die ersten, noch rohen Vorstellungen hervortraten, und welche Schicksale und Irrfahrten erlebt worden sind; sie mag nicht verschweigen, dass dieselbe namentlich durch gediegenere Forschungen in der Entwickelungsgeschichte, durch C. F. *Wolff*, C. E. von Bär u. A. an innerem Halt gewann, dass sie auf der Grenzscheide des 18ten und 19ten Jahrhunderts durch die Naturphilosophie den empirischen Boden verliess und in falscher Richtung vordringend die meisten Naturforscher von sich abwandte, um später, namentlich durch J. *Müller*, wieder in die richtige Bahn einzulenken; sie mag endlich erläutern, wie es gekommen, dass in einer Zeit, in welcher die Chemie, die Physik, die Mathematik weitgreifende Fortschritte machten, Maschinen und Fabriken den menschlichen Geist in vollen Anspruch nahmen, die systematische Naturauffassung unter dem Deckmantel der exakten, mechanischen, physikalischen, chemischen, mathematischen Methode wieder in den Hintergrund gedrängt, die Begriffe von Funktion, von Reiz, von Keim, von Zeugung und Entwickelung etc. als nichtssagend bezeichnet, die Entwicke-

lungsgeschichte, die Zeugungslehre, die vergleichende Naturforschung, ja selbst die anatomischen Disciplinen als etwas dem Physiologen mehr Fernliegendes angesehen, das künstliche Experiment (doch nur ein Mittel zur Diagnose) als das eigentliche Element des Physiologen, die Experimentalphysiologie als die alleinige, wahre Physiologie betrachtet und schliesslich eine Physiologie der Atome, ebenso reich an Scharfsinn und künstlichen Schemen, wie an offenen Widersprüchen mit dem, was in der organischen Schöpfung vorliegt, uns dargeboten wurde. Wir sind hier noch einmal auf diesen Gegenstand zurückgekommen, weil wir eine Frage von principieller Wichtigkeit für die wissenschaftliche Bewegung auf dem organischen Gebiete angeregt und der allgemeinen Discussion eröffnet zu haben glauben, weil es uns ferner darauf ankam, die Aufmerksamkeit noch ganz besonders auf das Eigenthümliche der wissenschaftlichen Methode bei der systematischen Naturauffassung hinzulenken, und weil es uns endlich wünschenswerth erschien, mit Rücksicht auf die angeregte Kontroverse näher auf die Morphologie einzugehen, der wir die besten Aufschlüsse über die Beschaffenheit des systematischen Wesens in der organischen Schöpfung zu verdanken haben.

In einem natürlichen System giebt es keine heterologen Elemente; nähere oder mehr fern stehende, in allen Fällen aber wahre verwandtschaftliche Beziehungen treten überall hervor und gewähren dem Beobachter bestimmte Anhaltspunkte, die Erscheinungen im Sinne der systematischen Naturauffassung zu bearbeiten. Soll indess ein planloses Umherirren vermieden und künstlichen Zusammenstellungen vorgebeugt werden, so wird es bei jeder Untersuchung nothwendig sein, die Natur und den Grad der systematischen Verwandtschaft, die natürliche Subsumtion in der Gliederung des Systems festzustellen. Es kann nicht meine Absicht sein, alle in dieses Gebiet fallenden und erkannten systematischen Verhältnisse hier zu berühren; dazu fehlen nicht allein dem Referenten die Kräfte, es wäre auch nicht am rechten Ort. Unsere Kenntnisse von der Beschaffenheit und inneren Einrichtung des systematischen Wesens in der organischen Schöpfung sind aber bereits so weit vorgeschritten, dass sowohl die Hauptaufgaben des Morphologen nach Umfang und Inhalt näher bezeichnet, als auch für die Lösung derselben bestimmte, auf die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Verhältnisse wesentlich influirende Gesichtspunkte hervorgehoben werden können. Von diesem Standpunkte aus mögen die folgenden Zeilen angesehen werden.

Nach der bereits erkannten Beschaffenheit des organischen Schöpfungssystems lassen sich drei Hauptaufgaben der Morphologie feststellen: die Untersuchung wird sich beziehen auf das organische Schöpfungssystem in seiner

Totalität, oder auf die einzelne Spezies in ihrem cyclischen Lebensablauf durch die verschiedenen Zustände der Fortpflanzung und Entwickelung hindurch, oder endlich auf den einzelnen jeweiligen Zustand, vor allem auf das entwickelte Individuum der Spezies. Dem Systematiker von Fach fällt die erste, dem Embryologen die zweite, dem Anatomen von Fach die dritte Aufgabe zu. Die bezeichneten drei regulatorischen Einheiten stehen in bestimmter Relation zu einander, indem die zweite der ersten, die dritte der zweiten in gewissem Sinne subordinirt sind. Nach unseren gegenwärtigen Erfahrungen möchten andere regulatorische Einheiten von solchem selbstständigen Werthe und so bestimmter Abgrenzung, wie die genannten drei, sich nicht nachweisen lassen. Die elementare, organische Zelle, an die man vielleicht denken könnte, erweiset sich, wie der vorjährige Jahresbericht erläuterte, nur als Agens und einheitliche Grundlage, auf welcher und durch deren Vermittelung sich das systematische Produkt der organischen Schöpfung mit den bezeichneten drei regulatorischen Einheiten aufbaut. In dieser wichtigen Eigenschaft mag sie uns zugleich belehren, dass ein wahres systematisches Produkt nur auf einheitlicher Grundlage sich entwickeln und gegeben sein könne. Auch die Zelle selbst kann als eine regulatorische Einheit der Ausgangspunkt einer systematisch-morphologischen Behandlung werden; die systematische Induktion ist aber dann eine wesentlich verschiedene, da für ihre Bestandtheile die organische Materie die einheitliche Grundlage bildet. Die Verschiedenheiten, welche in der Beschaffenheit oder, wenn man will, in dem Charakter und der Ausdrucksweise des systematischen Wesens bei den oben genannten drei regulatorischen Einheiten später nachzuweisen sind, berühren die einheitliche, ihnen allen gemeinschaftliche Grundlage, die Zelle, nicht.

Ueber die Beschaffenheit des systematischen Wesens der organischen Schöpfung als Ganzes betrachtet lassen unsere Erfahrungen auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte kaum irgend welche erhebliche Zweifel zu. Aus der Bildungsgeschichte eines jeden Organismus entnehmen wir, dass ein wirkliches System durch Sonderung oder, nach einem anderen wissenschaftlichen Sprachgebrauch, durch Differenzirung einer einheitlichen, indifferenten Grundlage (Zelle) sich entwickele, und dass diese Grundlage hierbei eine Entwickelungsreihe von Zuständen durchlaufe, die in der gegebenen Aufeinanderfolge durch die Zunahme an innerer Gliederung und Differenzirung charakterisirt sind. Man durchmustere nun die in der organischen Schöpfung neben einander gestellten Species mit Rücksicht auf die Organisation der entwickelten Individuen von der einfachsten Pflanze bis zum Menschen hinauf und vergleiche damit die Entwickelungszustände eines Wirbelthieres vom befruchteten Eizustande an

bis zur Zeit der Reife; — dem unbefangenen Beobachter kann es dann nicht entgehen, dass die organische Schöpfung in ihrer Totalität ein in seinen Entwickelungszuständen explicirtes System darstelle; die einheitliche Grundlage des Systems ist die Zelle, seine Entwikkelungszustände sind durch die Spezies repräsentirt. Das System der organischen Schöpfung in toto giebt sich demnach in Form einer Entwickelungsreihe, die Ref. (in der Einleitung zu seiner Schrift über die Bindesubstanzgebilde) zum Unterschiede der in dem Lebenslauf der einzelnen Spezies vorliegenden: die durch die eigene Fortpflanzung und Entwickelung der einzelnen Spezies „unterbrochene" genannt hat. Die aus diesem systematischen Verhalten der organischen Schöpfung hervorgehende, nothwendige Induktion beherrscht die Arbeit des Systematikers, zuweilen vielleicht, ohne dass er sich dessen klar bewusst ist. Dennoch stehen wir weit ab von dem Ziele, die allgemeine Entwickelungsreihe der organischen Schöpfung überall erkannt und genau festgestellt zu haben. Eine Hauptschwierigkeit liegt darin, dass die entwickelten Individuen einer Spezies, die wir zum Maassstab für die Unterordnung in die allgemeine Entwickelungsreihe zu wählen haben, nicht einfach, sondern in den oft komplicirtesten Aggregationsformen als Individuenstöcke vorliegen, wie in den meisten Fällen bei den Pflanzen und auch nicht selten bei den wirbellosen Thieren. Die zweite Schwierigkeit ist in der Komplikation des allgemeinen Schöpfungssystems gegeben. Nicht jede einzelne Spezies repräsentirt eine einzelne Entwickelungsstufe, sondern die Entwickelungsstufe der allgemeinen Reihe zeigt sich vielmehr nur als Grundlage, als Typus, als Thema für eine grosse Anzahl von Variationen individueller Formen der Spezies, — Variationen, die zunächst durch Entwickelungsveränderungen, dann aber auch durch Aggregationsbildungen in den die Organisation dieser typischen Grundlage bestimmenden Haupttheilen sich zu erkennen geben. Die Komplikation des organischen Schöpfungssystems findet indess auch hier noch nicht ihren Abschluss. Die auf die bezeichnete Weise hervortretenden Zustände werden vielmehr sekundäre Grundlagen weiterer Variationen, durch ähnliche Veränderungen in den zunächst untergeordneten Theilen der Haupttheile; neue Entwickelungsreihen, neue Variationen in Folge von Aggregationsbildungen machen sich bemerkbar, und so fort, bis endlich das Spiel der Variationen sich nur auf die entferntesten Glieder der in der ursprünglichen typischen Grundlage vorliegenden Organisation verbreitet und der Spezies die individuellste Form aufdrückt. Ein Blick auf die Wirbelthiere, die alle zusammen auf einer Entwickelungsstufe der allgemeinen Schöpfungsreihe stehen, auf die bei ihnen gegebenen Haupt- und untergeordneten Abtheilungen und aggregirten verwandtschaftlichen Gruppen lässt

diese regulatorischen Verhältnisse in der organischen Natur am besten übersehen. Das organische Schöpfungssystem explicirt sich demnach durch Entwickelungsreihen (unterbrochene) von Haupt- und untergeordnetem Werthe; daneben figuriren häufig Gruppen von Aggregationsformen, die sich in den sogenannten Individuen- und Organ-Stockbildungen offenbaren. Die Induktionen des Systematikers von Fach möchten also dreierlei Art sein: 1) die auf die Entwickelungsreihen, 2) auf die Gliederung derselben unter einander, 3) auf die Variationen der organischen Spezies, welche daneben in Grundlage von Aggregationsbildungen auftreten.

Dem Systematiker von Fach werden obige Andeutungen über das Ziel unserer Bestrebungen genügen; bei demjenigen, der den systematischen Standpunkt nicht kennt, werden die Ausdrücke, wie Entwickelungsreihe, Sonderung, Differenzirung u. s. w. schon Anstoss erregt haben. Denn es ist nur zu wahr, was schon Whewell hervorgehoben: wer durch den Umgang mit der organischen Schöpfung seine Methode der wissenschaftlichen Behandlung des daselbst vorliegenden Stoffes nicht gebildet hat, oder wer vielleicht seine Ansicht über die allgemeine Natur und die Form der wissenschaftlichen Wahrheit nur durch die mathematischen und mathematisch-physikalischen Wissenschaften determiniren lässt, dem können solche Begriffe nicht zugänglich werden. Wir aber mögen uns daran erfreuen, dass unerachtet der grossen Schwierigkeiten, mit welchen das Auffinden, das Aufstellen und Anordnen des natürlichen Systems der organischen Schöpfung zu kämpfen hat, und trotz der zahlreichen Mängel, mit denen das gegenwärtig aufgestellte System behaftet ist, dasselbe dennoch, namentlich das zoologische, anerkanntermaassen als das vollkommenste Muster eines wissenschaftlichen Systems und einer wissenschaftlichen Klassifikation dasteht. Dieses erfreuliche Resultat verdanken wir nicht etwa allein dem Scharfsinn des Systematikers, in dessen Willkür es gestanden hätte, aus einer Summe von Eigenschaften der Objekte einzelne auszuwählen, danach zu trennen und zusammenzustellen, und so künstliche Systeme für das Gedächtniss, für eine leichtere Uebersicht des Materials zu begründen; sondern vorzugsweise dem Umstande, dass die organische Schöpfung ein wirkliches, ein natürliches System darstellt, welches nicht zu konstruiren, dessen Gliederung vielmehr aufzusuchen ist, welches oft unwillkürlich den Gang der geistigen Operationen beherrscht und bei Irrungen nicht selten uns unbewusst auf die richtige Bahn leitet. Darin markirt sich zugleich der wesentliche Unterschied zwischen wahren, natürlichen Systemen und den künstlichen, falschen, auf den Whewell und Mill mit Recht hingewiesen; auf der einen Seite eine Summe von Gliedern, die durch ein natürliches Band, oder, wenn man will, durch ein einheitliches, jeden

Bestandtheil seinem Wesen und der ganzen Existenz nach determinirendes Prinzip zusammengehalten werden und so mit Nothwendigkeit zusammengehören, auf der anderen ein Aggregat von Theilen, die nach einer oder einigen, beliebig erwählten Eigenschaften, nach diesem oder jenem Calcul, zu diesem oder jenem Zweck willkürlich zusammengebracht worden sind und nicht mit einer ihre ganze Existenz bedingenden Nothwendigkeit zusammenhalten. Es ist gewiss ein bemerkenswerthes Symptom der Gegenwart, dass die systematischen Studien, welche eine so vorzügliche Bildungsschule für den Naturforscher auf dem organischen Gebiet, namentlich auch für den Physiologen sind, oft genug hintenangesetzt, ja sogar gänzlich vernachlässigt werden.

Der eigenthümliche Charakter des Systems, welches in der Spezies, als Totalität genommen, vorliegt, erscheint uns durch den Fortpflanzungsprozess derselben bedingt. Wir sehen die Spezies im steten Wechsel von Zuständen begriffen, die sich als Zustände der Entwickelung, der Reife, der Decrepidität einerseits und als Zustände des Keims andrerseits erweisen. Die ersteren Zustände der Spezies werden Individuen genannt; sie alle zusammen belegte Referent (vgl. die monogene Fortpflanzung Dorpat 1852) mit dem Namen „Individuum im weiteren Sinne" oder „Art-Individualität". Man kann daher sagen: es wiederhole sich im Lebenslauf der Spezies ein steter Wechsel von Keimzuständen und Zuständen der Art-Individualität, eingeleitet und vermittelt durch den Fortpflanzungsprozess. Wir haben es also in der Spezies mit einem in steter Fortpflanzung begriffenen System zu thun, dem die Zustände des Keims, der Entwickelung, der Reife, der Decrepidität subsumirt sind. In dieser Fortpflanzungsbewegung giebt es unter normalen Verhältnissen, wie es scheint, kein natürliches Ende und keinen natürlichen Anfang; die in genannter Reihe auf einander folgenden und sich stets wiederholenden Zustände der Spezies bedingen sich in ihrem Auftreten gegenseitig. Als einheitliche, indifferente Grundlage, auf welcher auch dieses System sich explizirt, ist die Zelle anzusehen. Es liegt uns zu fern, hier auf den Fortpflanzungsprozess und die durch ihn bedingten Induktionen in der regulatorischen Einheit genauer einzugehen. Allein darauf glauben wir noch hinweisen zu müssen, dass die Entwickelungsreihen, welche bei diesem Fortpflanzungsprozess nothwendig gegeben sind, sich von denjenigen der allgemeinen Schöpfungsreihe unterscheiden. Letztere erweisen sich als „unterbrochene" durch die eigene Fortpflanzung der Spezies, erstere gehen an einem und demselben Substrat einfach oder komplicirt (durch eingeschobenen Generationswechsel in Folge von Sporen- oder Knospenzeugung) vor sich und sind von dem Ref. (a. a. O.) „kontinuirliche". Entwickelungsreihen genannt worden.

Der Morphologe kann endlich einen jeweiligen Zustand im Fortpflanzungs- und Entwickelungsleben der einzelnen Spezies zum Ausgangspunkt seiner systematischen Behandlung oder als regulatorische Einheit aufnehmen. Das wichtigste Objekt für den Anatomen von Fach ist hier das Individuum im Zustande der Reife, und auch für den vorliegenden Bericht bietet dasselbe, namentlich in Bezug auf das Wirbelthier und den Menschen, das meiste Interesse. Das im reifen Individuum vorliegende System ist durch seine vollendete, vollbrachte Entwickelung, also als fertig entwickeltes System charakterisirt, in welchem die voraufgegangenen Entwickelungs- und Fortpflanzungszustände nur als geschichtliche Momente Geltung haben, und das daneben die Keime für die Nachkommenschaft enthält. Wie bei den oben besprochenen regulatorischen Einheiten, so ist auch hier die einheitliche, indifferente Grundlage für das System — die Zelle; die durch Vermittelung der Zelle entwickelten Glieder des Systems sind die näheren und entfernteren Formbestandtheile des Organismus, — die Organe, Systeme und deren Unterglieder. Wir lernen in dem Organismus eines Individuums eine dritte Form oder Ausdrucksweise eines systematischen Produktes kennen. Die organische Schöpfung in toto stellt ein System dar, welches in Form einer komplicirten und zwar unterbrochenen Entwickelungsreihe im Nebeneinander der Geschöpfe sich explicirt; die zu den primären, secundären etc. Entwickelungsstufen gehörigen Gruppen und Abtheilungen von Species sind die Glieder dieses Systems, und die Spezies mit Rücksicht auf diese systematische Induktion — das Endglied. Es besteht aber, wegen der eigenen Fortpflanzungs- und Entwickelungs-Fähigkeit der Species, eine gewisse Unabhängigkeit zwischen und unter den Gliedern. Die Species in ihrer Totalität war ein in eigener Fortpflanzung und Entwickelung begriffenes System; die dabei gegebenen und zeitlich nach einander auftretenden Zustände sind die Bestandtheile dieses Systems, und zwischen ihnen liegt bereits eine innigere Verkettung. Im Organismus eines Individuums haben wir ein systematisches Produkt vor uns, das und insofern dasselbe seine Entwickelung vollendet hat, und in dessen Gliederung und Organisation die voraufgegangenen Zustände als Bestandtheile auf- und untergegangen sind; die innige Verkettung der Bestandtheile hat ihren höchsten Grad erreicht. Wenn wir an ein System denken, so pflegt uns gerade diese Form eines systematischen Produktes vor Augen zu schweben. Von diesem System sagte Kant, dass die Theile nur um des Ganzen willen und das Ganze wiederum nur um der Theile willen da zu sein scheine. In dem auf seinen Entwickelungsstufen unterbrochenen und mit einer freieren Bewegung seiner Glieder ausgestatteten System der

organischen Schöpfung in toto konnte die regulatorische Einheit unter dem Spiel verwandtschaftlicher Gruppen nnd Abtheilungen sich mehr oder weniger unserm Blicke entziehen; das in seiner Fortpflanzung und Entwickelnng kontinuirlich sich fortbewegende System der Spezies lässt die regulatorische Einheit nicht mehr verkennen, allein der eine Zustand in dieser Bewegung, das entwickelte Individuum, wird gewöhnlich als das Centrum derselben betrachtet und so in den natürlichen Strom eine, wie es uns scheint, fehlerhafte Induktion eingeführt; in dem Organismus eines einfachen Individnums (nicht Individuenstockes) ist die Determination auch der entferntesten Glieder in der regulatorischen Einheit des Systems nicht allein nicht verkannt, sondern sie hat uns sogar in einem Grade imponirt, dass wir die in der Gliederung ansgedrückte, innere Einheit zn einem Archaeus idealisirt oder zn einer Kraft gestempelt oder zu einem logischen Prinzip erhoben haben. Es wird sich später zeigen, dass die in einem Organismns vorliegende innige Verkettung der Glieder, welche die regulatorische Einheit so leicht hervortreten lässt, die Sonderungsverhältnisse im System verdeckt und der Einsicht in dieselbe die grössten Hindernisse sowohl anf dem Gebiete der Physiologie, als anf dem der Morphologie entgegengestellt hat.

Den Anforderungen, welche die Natur des in Rede stehenden systematischen Produktes in Betreff der wissenschaftlichen Auffassung und Behandlung an den Morphologen macht, sind schon vor fast hundert Jahren von C. F. Wolff in seiner Theorie der Generation (§ 238, 239, 240) angedeutet. C. F. Wolff unterscheidet in einem znsammengesetzten Organismus partes separatae (diversae), partes distinctae und p. imaginariae mit den p. simplices. Herz, Leber, Lnngen etc. sind ihm p. separatae; er vergleicht sie fehlerhaft mit den verschiedenen Blattformationen einer Pflanze, deren Individuen-Stockbildnng er nicht kannte. Besonders werthvoll für die Beurtheilnng des systematischen Standpnnktes des Verfassers sind seine Angaben nnd Vorstellnngen über die Bildung und Entstehnng der bezeichneten Bestandtheile. Er weiset nämlich darauf hin, dass znerst eine indifferente (inorganica) Grnndlage gegeben sein müsse, und dass dann die Organisation oder, wie wir jetzt sagen, die Differenzirnng des morphologischen Systems in demselben nach solcher Ordnnng erfolge, wie es die Ueberordnung der einzelnen Bestandtheile erfordere; zuerst treten die part. separat., dann in denselben die p. distinctae, nnd in diesen schliesslich die p. simplices nnd imaginariae auf. In dieser Vorstellung von der Entwickelung eines Organismns ist der systematische Standpnnkt unverkennbar. Etwa 70 Jahre später trat K. E. von Bär in die Fnssstapfen C. F. Wolff's und gründete seine Lehre von den Primitivorganen

(Entwickelungsgesch. Bd. II, p. 64 sqq.). Er unterscheidet im entwickelten Wirbelthier-Organismus fünf Primitivorgane: das Centralnervensystem, die Cutis, die Fleischschicht mit dem Stamm (das Wirbelsystem), ferner die selbstständige Schicht des Gefässsystems (Herz, Aorta, Hohlvene, Gekröse des Darmkanals) und den Darmkanal, von welchen die drei ersteren zu der animalen, die beiden letzteren zur plastischen Abtheilung gehören. Die Primitivorgane zerfallen weiter in morphologische Abschnitte (das Centralnervensystem in Gehirn und Rückenmark, die Fleischschicht mit dem Stamm im Kopf, Rumpf etc.), und in den morphologischen Abschnitten werden schliesslich die histologischen Systeme in der Bichat'schen Fassung (Knochensystem, Nervensystem, Muskelgewebe etc.) unterschieden. Man kann gegen diese systematische Zergliederung des Wirbelthier-Organismus seine Bedenken erheben, und Referent hat dieselben in seiner Schrift (Beiträge zur Kenntniss des heutigen Zustandes der Entwickelungsgeschichte, Berl. 1843, p. 95 sqq.) nach seinen damaligen Erfahrungen anzudeuten gesucht; allein v. Bär's grosse Verdienste um die morphologische Auffassung des Wirbelthier-Organismus im Sinne einer systematischen Naturanschauung können dadurch in keiner Weise geschmälert werden. Der Verfasser setzt den Organismus nicht aus willkürlich aufgenommenen Elementen zusammen, sondern analysirt und zergliedert ihn. Seine Analyse führt auch nicht auf diffuse Endigungen, sondern zu Bestandtheilen, von denen die damalige Zeit glaubte, dass sie die letzten organisirten Elemente des Systems darstellen.

Ein wichtiges Moment für die Auffassung und richtige Würdigung des systematischen Charakters der organischen Schöpfung mit ihren regulatorischen Einheiten wurde durch Begründung der Lehre von der elementaren, organischen Zelle gegeben. Für den Atomisten wurde die Zelle das leicht zu behandelnde Atom, für alle diejenigen, welche die organische Schöpfung lieber künstlich aufbauen, als sie zergliedern wollen, ein geeignetes, allgemein verbreitetes Baumaterial, für den Systematiker wurde sie jene einheitliche, indifferente, obschon organisirte Grundlage, auf welcher und durch deren Vermittelung das komplicirte organische Schöpfungssystem in der Entwickelung sich explicirt, desgleichen sich fortpflanzt, und als entwickeltes sich darstellt. Vor der Entdeckung der Zelle wurde der formlose (nicht organisirte) organische Stoff als indifferente Grundlage des organischen Schöpfungssystems angesehen, wie dieses oben von C. F. Wolff angegeben war. Es lag aber ein Hiatus zwischen dem formlosen organischen Stoff und dem komplicirten organischen Schöpfungssystem, welches in allen seinen Gliedern bis zu den entferntesten Endgliedern hin durch geformte, or-

ganisirte Bestandtheile vertreten war, — ein Hiatus, den wir durch eine Art generatio originaria gefüllt haben, und der gegenwärtig durch die Zelle erfüllt ist. Bei der Zelle selbst, für welche wir den formlosen organischen Stoff als indifferente Grundlage wieder aufgenommen haben, fällt jener Hiatus fort; denn in die Gliederung derselben geht formloser, organischer Stoff als wesentlicher Bestandtheil ein. Referent glaubt von sich aussagen zu können, dass er nach Entdekkung der Zelle, geleitet von seinen Studien in der Entwikkelungsgeschichte, den systematischen Charakter der organischen Schöpfung nie aus dem Auge verlor und namentlich auch nach Kräften bemüht gewesen ist, in v. Bär's Lehre von den Primitivorganen des Wirbelthier-Organismus einzugehen. (Vergl. Beiträge zu dem Zustande der heutigen Entwickelungsgesch. p. 42 sq., desgleichen des Ref. Schrift über die Bindesubstanz-Gebilde, ferner die Einleitungen zu den Jahresberichten vom Jahre 1846 und 1853.)

Inzwischen haben derartige Bestrebungen in den letzten Jahrzehnten nicht nur wenig Anklang gefunden, sondern nicht selten sogar Anstoss erregt. Etwa dreissig Jahre sind nach der Veröffentlichung der Entwickelungsgeschichte v. Bär's verflossen, und dennoch könnte man sich heute ebenso, wie der Verfasser es p. 197 gethan, über den Mangel einer konsequenten Eintheilung und wissenschaftlichen Bearbeitung der Anatomie beklagen. Referent wünscht mit seinem Ausspruche nicht missverstanden zu werden. Die Morphologie ist gerade in den letzten dreissig Jahren durch ausserordentlich zahlreiche und gediegene Beobachtungen bereichert worden, allein hier handelt es sich um die wissenschaftliche Verarbeitung des anatomischen Materials auf dem Standpunkt der systematischen Naturauffassung, und in dieser Beziehung lässt sich der obige Ausspruch, wie wir glauben, vollkommen begründen. Wir theilen bekanntlich die Anatomie noch immer in zwei Hauptheile ein: in die allgemeine und spezielle. Die allgemeine Anatomie oder Gewebelehre, oder mikroskopische Anatomie zerfällt in einen allgemeinen und in einen speziellen Theil. Der allgemeine Theil behandelt die letzten organisirten Formbestandtheile oder einfachen Gewebe nach Textur und Genese; der spezielle Theil oder die spezielle Gewebelehre ergeht sich zuweilen in allgemeinen morphologischen Abstraktionen über die spezielle Anatomie und beschreibt ausserdem die sogenannten organischen Systeme: das Gefässsystem, die Muskeln, die Nerven, das Knochensystem, Drüsensystem, die Häute etc. nach ihrem Vorkommen, nach gewissen äusseren Formverhältnissen und ihrer Struktur. Die spezielle Anatomie, welche noch besonders die „systematische" genannt wird, zerfällt in die Osteologia, Syndesmologia, Myologia etc.; sie beschreibt hier die äusseren Formen und Lagerungsverhältnisse, die Verbreitung und Vertheilung

gewisser Bestandtheile, in einigen Kapiteln geht sie auch auf die innere Form und Struktur ein. Eine neuere Anatomie spricht sich über den Standpunkt, von welchem aus diese Eintheilung zu fassen sei, klar und deutlich aus. „Man behandelt organische Körper wie Werke der Technik und Architektur, zu deren Verständniss eine Einsicht erforderlich ist einerseits in die Form der Baustücke, andrerseits in die Qualitäten (Struktur, Textur etc.) der verwendbaren Materialien, der Holzarten, Metalle etc." Für die organischen Körper fällt diese Aufgabe der allgemeinen Anatomie zu. Die spezielle Anatomie dagegen habe die Verbindung und Zusammenfügung der Baustücke im Auge und benutze als Eintheilungsprinzip die im Körper verbreiteten Gewebe. (Henle's Handb. d. Anat. Einl.) Von einer dem systematischen Charakter unseres Körpers entsprechenden Auffassung und Behandlung der Anatomie ist also keine Rede; wir haben ein Kunstprodukt vor uns, welches nicht einmal auf Konsequenz Anspruch machen darf. Wer fühlte nicht den Widerspruch, der darin liegt, dass wir in der Angiologie beim Herzen auf die Struktur der Wandung eingehen, bei der Aorta etc. dagegen hinsichtlich desselben morphologischen Verhaltens auf die allgemeine Anatomie verweisen? Warum wird die Cutis, ein ebenso respektabler Bestandtheil unseres Körpers wie der Darmkanal, nach allen ihren morphologischen Beziehungen in der allgemeinen Anatomie, der Darmkanal dagegen in der speziellen abgehandelt? Wie ist es wohl mit dem Eintheilungsprinzip in Verbindung zu bringen, dass man in der speziellen Anatomie mehrere Organe, wie Gehirn und Rückenmark, den Darmkanal, Leber, Pankreas, Lungen etc., sowohl mit Rücksicht auf ihr Lagerungsverhältniss und ihre äussere Form, als auch hinsichtlich der Struktur beschreibt? Wo sollen die Konsequenzen gesucht werden für die so gänzlich abweichende morphologische Auffassung und Behandlung des Hautsystems, des Darmkanals, des Wirbelsystems? Wer vermag in der Splanchnologie, in der Lehre von den Sinnesorganen eine Eintheilung nach Geweben zu erkennen? Doch genug! Jeder unbefangene Anatom kennt ja die Inkonsequenzen, in welche unsere Wissenschaft verwickelt ist; er weiss, dass hier diese, dort eine andere morphologische, dann wieder eine physiologische, ja sogar eine bloss äussere, auf das Gedächtniss und das Studium sich beziehende Rücksicht bei der Auffassung und Behandlung des anatomischen Materials obgewaltet haben.

Stellen wir uns auf den Standpunkt der systematischen Naturanschauung, so sind die Fehlerquellen leicht nachzuweisen. Es zeigt sich dann, dass die Anatomie, wie sie gegenwärtig vorliegt, gewissermaassen aus einem Kampfe hervorgegangen ist, den der Anatom als Architekt mit einem,

ihn auf falsche Wege inducirenden Gegner zu bestehen gehabt hat. Das Resultat dieses Kampfes ist äusserst lehrreich; wir ersehen daraus, dass dem Gegner auf dem Standpunkt der künstlichen Fabrikation nicht beizukommen ist. Wenden wir uns daher zu den Fehlerquellen.

Ein jedes systematische Produkt, welcher Natur es auch sei, hat Bestandtheile aufzuweisen. Von dem Organismus eines Individuums wissen wir, dass die in die systematische Gliederung desselben eingehenden Bestandtheile durch Sonderung, Entwickelung hervorgegangen sind, dass sie also nicht zusammengesetzt werden, sondern dass sie nur den Schein einer Komposition an sich tragen. Der Organismus enthält auch zahlreiche, durch organologische Knospenzeugung und Wachsthum herbeigeführte Aggregationsgebilde, aber dieselben beziehen sich jedesmal auf einen bestimmten Bestandtheil der systematischen Gliederung und gehen also neben derselben einher. Unsere gegenwärtige Anatomie, die den Organismus wie ein Werk der Technik und Architektur behandelt, hat den Schein der Komposition für eine wirkliche Komposition aufgenommen und so sich die breiteste Grundlage zu zahlreichen Fehlgriffen selbst geschaffen. — In einem natürlichen System, dessen Bestandtheile stets auf einer einheitlichen Grundlage stehen, sind homologe, verwandtschaftliche, gleichartige Beziehungen zwischen den Bestandtheilen nothwendige und unveräusserliche Mitgaben. Diese verwandtschaftlichen Beziehungen werden sich da am auffälligsten machen, wo die Bestandtheile einfacher sind, also in den entfernteren, subordinirten Gliedern des Systems; sie werden hier noch verstärkt durch die in unserem Organismus gerade hier häufig vorkommenden Aggregationsbildungen. Auf dem Standpunkt der systematischen Naturauffassung wissen wir, dass die homologen Beziehungen der Bestandtheile nur mit der nothwendigen Induktion auf die in der systematischen Gliederung gegebenen Unterschiede und Differenzen aufzufassen und zu verwerthen sind. Unsere Anatomie nimmt von dieser Einrichtung unseres Körpers keine oder doch nur geringe Notiz; wir benutzen vielmehr die verwandtschaftlichen Beziehungen in den subordinirten Gliedern, um aus den letzteren Baustücke, partes similares, für die Fabrikation übergeordneter Glieder (partes dissimilares) und des Gesammt-Organismus zu gewinnen.

In einem System, wie es unser Organismus darstellt, führt die systematische Analyse zu Haupt- und untergeordneten Bestandtheilen bis zu den Endgliedern hin. Ein jeder Bestandtheil in einem solchen System gestattet eine dreifache systematische Relation oder Induktion: 1) zu der regulatorischen Einheit, in welche er als nächstes Unterglied eingeht, 2) zu den coordinirten Gliedern, und 3) in Voraus-

setzung, dass wir es nicht mit einem Endgliede zu thun haben, zu den ihm selbst untergeordneten Gliedern. Finden sich Aggregationsverhältnisse vor, so fällt für die in Aggregation eingehenden Bestandtheile jede selbstständige Beziehung derselben in der Gliederung des Systems weg; die Bestandtheile des Aggregats haben vielmehr gemeinschaftlich als Gruppe oder Summe eine coordinirte oder subordinirte Beziehung. Diese systematischen Induktionen sind maassgebend für den Physiologen wie für den Morphologen, zumal beide die Gliederung des Systems nicht vollständig kennen, sondern noch aufzusuchen haben. Auf dem morphologischen Gebiete führt die Induktion auf super- oder subordinirte Verhältnisse der Glieder zur Auffassung der Struktur und inneren Form eines bestimmten Bestandtheiles als einer regulatorischen Einheit, die auf coordinirte Verhältnisse zur Lagerungsweise der Theile unter- und zu einander. In einem gegliederten System giebt es streng genommen keine äussere Form. Man kann allerdings einen Nerven, ein Gefäss, einen Knochen aus dem Körper herausnehmen und willkürlich von der eigenen Struktur absehen, um eine äussere Form zu behalten. Auf dem Standpunkt der systematischen Naturauffassung jedoch bleibt die äussere Form und Begrenzung stets nur der Ausdruck einer inneren Form und Struktur. Fassen wir die Lagerungsweise der Bestandtheile z. B. der Nerven, Gefässe, des Drüsenhöhlensystems etc. einer Drüse auf, so abstrahiren wir augenblicklich von der Beziehung auf die Gesammtdrüse, und die äussere Begrenzung und Form tritt einen Augenblick in den Vordergrund. Allein, sobald wir die erwähnten Bestandtheile in der doch nothwendigen subordinirten Beziehung zur ganzen Drüse denken, geht die äussere Form der Theile in die Struktur der Gesammt-Drüse auf; auf jeder Stufe der Zergliederung unseres Organismus finden sich so besondere morphologische Verhältnisse, die wir zur Auffassung und Bestimmung der Struktur verwerthen. Es giebt also in unserm Organismus nicht Bestandtheile, die blos Struktur, oder andere, die nur äussere Form, und noch andere, bei denen es nur auf die Lagerungsweise und das Gefüge ankäme. Der Gesammt-Organismus besitzt vielmehr Struktur mit Rücksicht auf seine nächsten Unterglieder, auf die Primitivorgane, diese wiederum mit Rücksicht auf die ihnen zunächst untergeordneten Bestandtheile und so fort bis zu den Endgliedern und Zellenderivaten, bei welchen wir mit Rücksicht auf die darin zu unterscheidenden Bestandtheile von Textur zu sprechen pflegen. Nur in den Bestandtheilen eines Aggregats, und zwar allein mit Rücksicht auf das Aggregationsverhältniss treten äussere Form und äussere Lagerungsweise in das vollste Recht ein, so z. B., wenn wir beim Wirbelsystem als einem Organstock von allen systematischen Beziehungen desselben im ge-

gliederten System absehen und nur die lineare Anordnung der einzelnen Aggregat-Theile im Organstock aufnehmen. Wir sehen also, dass unser Körper als systematisches Produkt Eigenschaften besitzt, welche die Auffassung äusserer und innerer Formverhältnisse von sehr verschiedenem Werthe und Bedeutung gestatten; wir brauchen nur den *Regulator* für solche Auffassungen, den systematischen Standpunkt aus dem Auge zu verlieren und wir haben uns das ergiebigste Terrain für Irrfahrten und willkürliche Zusammenstellungen geschaffen: — auf einem solchen Terrain befindet sich unsere gegenwärtige Anatomie. Nach *beliebiger Auswahl* nehmen wir Bestandtheile aus dem Körper heraus, beschreiben sie ohne alle weiteren Beziehungen nur nach ihrer inneren, eigenen Struktur und Textur in der *allgemeinen Anatomie*, und vergessen, dass *jeder* Bestandtheil seine eigene Struktur hat, und dass ebenso der Gesammt-Organismus mit Rücksicht auf die Primitivorgane Struktur besitzt, wie ein Gefäss mit Rücksicht auf die in die Struktur der Wandung eingehenden Unterglieder. In der *speziellen Anatomie* beliebt es uns, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vorzugsweise die *äussere Form* und nur *äussere Lagerungsverhältnisse* zu berücksichtigen; ja die Füllungsmasse des Visceralrohres im Wirbelsystem hat uns so imponirt, dass wir für die in demselben enthaltenen Bestandtheile eine eigene Abtheilung der Anatomie gemacht haben. Da die Anatomie endlich auf ihrem technischen Standpunkte den Unterschied zwischen der scheinbaren Komposition in der Struktur eines gegliederten Systems und der wirklichen Komposition der Aggregatgebilde nicht anerkennt, so können diese Unterschiede in der Behandlung des anatomischen Materials auch nicht hervortreten.

Eine andere ergiebige Fehlerquelle der Anatomie auf ihrem künstlichen Standpunkte der Fabrikation resultirt aus jener Eigenschaft unseres Organismus, die sich, wie bereits berührt wurde, in der *innigen Verkettung* der Glieder und aller Bestandtheile des systematischen Produktes ausdrückt. Wir sehen diese Einheit aller Theile morphologisch am auffallendsten verwirklicht: in dem kontinuirlichen Zusammenhange aller Gefässe und ihres Inhaltes, der Nerven und der Bindesubstanzgebilde; sie markirt sich aber auch auf kleineren Gebieten, wie z. B. in dem kontinuirlichen Zusammenhange verschiedener, sogenannter Häute und deren Epithelien. Die innige Verkettung der Bestandtheile unseres Organismus bringt in die systematische Auffassung und Behandlung desselben nicht weniger in der Physiologie wie in der Morphologie eine *neue Induktion* hinein; *neben den Sonderungs- und Differenzirungsverhältnissen sind die der Verkettung und innigen Verbindung gegeben;* neben den Strukturverhältnissen werden überall die durch mor-

phologische Verbindungen hervorgerufenen Formverhältnisse sich geltend machen und zu würdigen sein. Auf dem Standpunkte der systematischen Naturauffassung wissen wir, dass diese neue Induktion in Grundlage der Sonderungsverhältnisse im System aufzunehmen ist und die letzteren in keiner Weise beeinträchtigen darf. So z. B. sind die einzelnen Abschnitte der Gefässe sammt Inhalt, der Nerven etc. zunächst als Bestandtheile an Ort und Stelle in der Gliederung des betreffenden Organes oder Organbestandtheiles und dann erst in ihrem Verbande aufzufassen; desgleichen werden wir Haut und Darmkanal nicht als einen zusammenhängenden Schlauch, von welchem ein Stück (Cutis) das Wirbelsystem überzieht, das andere in die Visceralröhre desselben eindringt, aufzunehmen haben, sondern beide Organe gesondert in der Gliederung des Systems betrachten und daran die morphologischen Verhältnisse ihres Zusammenhangs knüpfen; ebenso müsste man einen serösen Sack zunächst in Stücke zerlegen, die in Form eines Ueberzuges als integrirende Bestandtheile der bezüglichen Organe und Höhlenwandungen anzusehen sind und dann erst mit Rücksicht auf den kontinuirlichen Zusammenhang aller Stücke den ganzen Beutel konstruiren; u. s. w. Unsere gegenwärtige Anatomie betritt nicht allein häufig den umgekehrten Weg, indem sie die Verbindung der Theile in den Vordergrund schiebt, sie vernichtet sogar die Sonderungsverhältnisse gänzlich; Gefässe, Nerven etc. werden aus den Theilen, welchen sie als subordinirte Glieder angehören, herausgerissen, die Eingeweide müssen sich in den serösen Beutel einstülpen u. s. w.

Wir haben schliesslich noch einer letzten Fehlerquelle zu gedenken. Unser Organismus ist, wie schon erwähnt, ein systematisches Produkt, das in Grundlage und durch Vermittelung der Zelle entwickelt ist. Die systematische Zergliederung besitzt also in dieser Beziehung ihren Grenzpunkt in der Zelle; die Endglieder sind die Zellen-Derivate. Die Erfahrung lehrt aber weiter, dass die Zellen und deren Derivate als einfachste organisirte Körper systematische Produkte darstellen, in deren Gliederung flüssige und feste organische Materie als nächste Bestandtheile eingreifen, und dass die Zelle und auch deren Derivate auf Grundlage der flüssigen organischen Materie, insofern dieselbe als Zellinhalt auftritt, entwickelt werden. Die flüssige und auch die feste organische Materie spielt daher unzweifelhaft auch in unserem Körper eine bedeutungsvolle Rolle, doch nicht schlechtweg als organische Materie in den bezeichneten Aggregationsformen, sondern mit der nothwendigen, systematischen Induktion zur regulatorischen Einheit, — zur Zelle, und durch Vermittelung derselben zum Gesammt-Organismus. Desgleichen verlangt die Konsequenz der sy-

stematischen Naturauffassung, dass man bei der wissenschaftlichen Behandlung der Zellen und ihrer Derivate sowohl physiologisch als morphologisch den verschiedenen Standpunkt nicht aus den Augen verliere, auf welchem wir uns befinden, je nachdem wir sie als Endglieder in dem gegliederten Zellenkomplex unseres Organismus, oder als regulatorische Einheiten mit Beziehung auf ihre Unterglieder in Betracht ziehen. Zur Bezeichnung der morphologischen Verhältnisse im letzteren Falle wählen wir das Wort „Textur", im ersteren das Wort „Struktur". Die platte Muskelfaser zeigt sich hinsichtlich der Struktur kreisförmig, longitudinal etc. gelagert und geht in dieser Form mit anderen Formelementen in die Struktur übergeordneter Bestandtheile unseres Körpers ein; hinsichtlich der Textur wird sie als plattgedrückte, spindelförmige Faserzelle gewürdigt; das Blut wird hinsichtlich seiner Struktur als meist cylindrische Blutsäule in dem betreffenden Gefäss, hinsichtlich der Textur und histologischen Beschaffenheit nach den Blutkörperchen und der flüssigen Intercellularsubstanz aufgefasst und beschrieben; die Bindesubstanzgebilde zeigen hinsichtlich der Struktur sehr verschiedene Formen in den verschiedenen Theilen des Körpers, sie stellen sich als Platten, Lamellen, Schläuche, Cylinder, als Netzwerk dar; hinsichtlich der Textur haben wir es jedoch überall nur mit fester Intercellularsubstanz und den Bindesubstanzkörperchen zu thun. Unsere gegenwärtige Anatomie geht mehr oder weniger über diese Distinktionen hinweg; sie benutzt den flüssigen und festen organischen Stoff (Kügelchen, Platten, Faser), um sich das erste, gleichsam noch rohe Baumaterial zu verschaffen, und pflegt häufig auf die Unterschiede der Textur- und Strukturverhältnisse nicht grosses Gewicht zu legen.

Wir sind bemüht gewesen, die Widersprüche und Fehlerquellen unserer gegenwärtigen Anatomie mit Beziehung auf die Anforderungen der systematischen Naturauffassung ohne Rückhalt zu besprechen und zu erläutern. Ref. weiss wohl, dass es hier, wie in vielen anderen Fällen, viel leichter ist, vorhandene Mängel aufzudecken, als es besser zu machen, und dass es überhaupt gegenwärtig kaum möglich sein möchte, in die bisherige Auffassung und Behandlung morphologischer Verhältnisse unseres Körpers eine vollständige Aenderung im Sinne der systematischen Naturauffassung durchzuführen. Die Abhandlungen, die Handbücher sind mehr oder weniger auf den technischen Standpunkt gestellt; die geistige Uebung in systematischen Induktionen ist nicht allein nicht vorhanden, sie wird sogar in der verschiedensten Weise beeinträchtigt und möglichst unterdrückt; für das erste Studium scheint es sogar leichter zu sein, die morphologischen Verhältnisse im technischen Sinne aufzunehmen und z. B. das Gefässsystem in toto als einen Baum mit Verästelungen sich vorzustellen, als

jeden Zweig mit den terminalen Verästelungen als subordinirten Bestandtheil dieses oder jenes Organes und den kontinuirlichen Verband aller Gefässe in der systematischen Gliederung zu fassen. Dennoch würde es der Wissenschaft nicht angemessen sein, die Schwächen zu bemänteln oder mit Stillschweigen zu übergehen und so ihrem Fortschreiten auf der natürlichen Bahn ein dauerndes Hinderniss entgegenzustellen. Die üblen Wirkungen des künstlichen Standpunktes, auf welchem sich unsere Anatomie und sogar noch im höheren Grade die Physiologie gegenwärtig befindet, sind mit der rückhaltlosesten Konsequenz in jüngster Zeit uns vor Augen geführt worden. Es liegt bereits das dringendste Bedürfniss vor, diesen üblen Wirkungen entgegenzusteuern, und es geziemt ganz besonders der Anatomie, als der sichersten und besten Stütze der Physiologie, in die natürliche Bahn einzulenken und so mit gutem Beispiele voranzugehen. Wie diese Aufgabe zu lösen sei, welche Anforderungen die systematische Naturauffassung an den Naturforscher auf dem organischen Gebiete zu machen hat, wo die Fehlerquellen und die Widersprüche auf dem herrschenden künstlichen Standpunkte zu finden sind, das Alles hat Ref. im letzten und vorliegenden Jahresbericht mit besonderer Beziehung auf die Morphologie und Anatomie nach bester Einsicht zu erläutern gesucht. Mit Schwierigkeiten, die uns das verwickelte empirische Material der organischen Schöpfung entgegenbringt, werden wir oft zu kämpfen haben; allein die systematische Naturauffassung hat ihre bestimmte, induktive logische Methode, ihre bestimmten systematischen Induktionen nach der bereits erkannten Beschaffenheit und dem Charakter des systematischen Produktes; sie sind konstant, sie haben ihre volle Gültigkeit in der Morphologie wie in der Physiologie, sie müssen sich überall in der wissenschaftlichen Bearbeitung des Stoffes aussprechen. Mag also die Anatomie, wie sie gegenwärtig vorliegt, zu Vorstudien gedient haben und auch noch fernerhin dienen; ihre wissenschaftliche Bearbeitung auf dem Standpunkt der systematischen Naturauffassung verlangt einen anderen Gang, eine andere Methode. Wir werden auch in der Anatomie des gesunden menschlichen Körpers, wie in jeder Wissenschaft, einen allgemeinen und einen speziellen Theil aufzunehmen haben. Der allgemeine Theil dürfte aber nicht die gegenwärtige allgemeine Anatomie oder die Histologie umfassen; denn die organisirten Formelemente unseres Körpers haben eben so gut ihre bestimmten, speziellen morphologischen Verhältnisse, wie irgend ein anderer Bestandtheil, das Centralnervensystem etc., aufzuweisen; der allgemeine Theil würde es sich vielmehr zur Aufgabe machen müssen, den menschlichen Organismus im Vergleich zu Individuen verwandter Spezies morphologisch zu charakterisiren. Der zweite,

der specielle Theil müsste mit Rücksicht darauf, was oben erläutert wurde, in zwei Abtheilungen zerfallen. Die erste Abtheilung zergliedert unsern Körper als ein systematisches Produkt, das in Grundlage der Zelle sich entwickelt hat und entwickelt ist; sie hätte es also mit der Strukturfrage zu thun. Ueber den Gang, welchen die systematisch-morphologische Zergliederung hier einzuhalten hätte, können keine Zweifel obwalten. Sie hätte zuerst die Hauptbestandtheile des Systems, die Primitivorgane (Cutis, Centralnervensystem, Wirbelsystem, den Darmkanal, die Nieren und in gewisser Beziehung auch die keimbereitenden Geschlechtsorgane, das Herz und die grossen Gefässstämme, wahrscheinlich auch Leber und Lungen) anfzunehmen, das Eingreifen derselben in die Struktur des Gesammtorganismus festzustellen und schliesslich nachzuweisen, wie sich die Verkettung und Verbindung unter ihnen verwirklicht. Sodann würde die Analyse auf die systematische Zergliederung der Primitivorgane, auf deren nächste, entferntere und letzte Endglieder einzugehen, d. h. mit der organologischen Struktur sich zu befassen haben. Auf jeder Stufe der Analyse giebt es eine Vorfrage zu erledigen, nämlich, ob der zu zergliedernde Bestandtheil ein Organstock oder einfach sei, damit nicht Bestandtheile der Subordination und Aggregation verwechselt werden; nach jeder vollbrachten Zergliederung ist dann, wie bei den Primitivorganen, die systematische Induktion auf die Verbindung und Verkettung der Glieder unter einander zu richten. Die zweite Abtheilung der speziellen Anatomie oder vielmehr des speziellen Theiles der Anatomie des gesunden menschlichen Körpers hat es mit den Endgliedern in der Gesammt-Organisation unseres Körpers, mit den organisirten Formelementen oder den sogenannten histologischen Formbestandtheilen zu thun. Es wurde oben gezeigt, dass bei diesen Formelementen einerseits ein Strukturverhalten, andrerseits ein Texturverhältniss zu unterscheiden sei; mit der ersteren Eigenschaft gehören sie zur ersten, mit der letzteren zur zweiten Abtheilung unseres speziellen Theiles. Bei der Textur haben wir es mit den Zellen und deren Derivaten zu thun, insofern dieselben in Grundlage des flüssigen organischen Stoffes sich entwickeln und flüssige und feste organische Materie als subordinirte Bestandtheile aufzuweisen haben. Referent hat bei einer andern Gelegenheit schon hervorgehoben, dass die systematische Zergliederung unseres Organismus auf einzellige und auch auf mehrzellige Formelemente hinausführe, dass aber im letzteren Falle keine Differenzen unter den Zellen gegeben und vielmehr alle von gleichem Werthe seien. —

Spezieller Theil.

Eier und Samenkörperchen.

C. Bruch hat in seiner Abhandlung „Ueber die Befruchtung des thierischen Eies und über die histologische Deutung desselben (Mainz, 1855)“ eine Beschreibung der von ihm entdeckten Mikropyle der Forelleneier (*Salmo fario*) gegeben. Es liegt dieselbe in der Nähe des Embryonalfleckes, öfters 1—2 Linien davon entfernt und ist schon mit freiem Auge, leichter jedoch mit der Loupe und schwachen Vergrösserungen zu erkennen. Unter dem Mikroskop stellt sich die Mikropyle als ein, die Dicke der Eihaut von aussen nach innen senkrecht durchsetzender, etwa $^1/_5$—$^1/_6$''' langer Kanal dar. Der Kanal ist an seinen beiden Mündungen am weitesten und verengt sich in der Mitte zu einer kapillaren Röhre, deren Weite nicht über 0,002—0,003''' beträgt. Die äussere Eingangsöffnung ist zugleich weiter und geschweift trichterförmig, die innere ist auch trichterförmig, endet jedoch mit einem scharf ausgeschnittenen Rande. Diese Beschreibung der Form des Mikropylen-Kanals weicht in einigen Punkten von derjenigen ab, die Ref. später (Müll. Arch. 1856) gegeben hat. Bruch hat die Mikropyle auch bei *Salmo salar*, beim Hecht, bei *Cyprinus nasus* und beim Karpfen gefunden, und erwähnt zugleich, dass Leuckart und Bischoff dieselbe Bildung an der Eihaut des Welses und Barsches (!R.) beobachtet hätten. In Betreff des Barsches haben wir durch J. Müller die nähere Beschaffenheit der Eihüllen kennen gelernt. (Vergl. den letzten Jahresb.) Die zahlreichen, über die ganze äussere Eihülle verbreiteten Röhrchen dieses Fisches mögen für den Befruchtungsakt eine gleiche Leistung zu vollführen haben, wie die Mikropyle, hinsichtlich der morphologischen Beschaffenheit zeigen sie jedoch wesentliche Unterschiede. Der Mikropylen-Kanal kommt ausserdem nach den bisherigen Erfahrungen bei den Fischen nur einmal vor und durchsetzt mit seinem Halstheile die innere chagrinartig gezeichnete Eihülle; die Röhrchen in der äusseren Eihülle des Barsches lassen sich nur bis zur chagrinartig gezeichneten inneren Eihülle verfolgen. Selbst in dem Falle, dass die feinen Pünktchen der inneren Eihülle der Fische optische Ausdrücke von Kanälchen darstellen und die Röhrchen der äusseren Eihülle des Barsches durch feine Verästelungen in jene Kanälchen sich fortsetzen und so auch die innere Eihülle durchdringen, würde immer noch der Unterschied von dem Mikropylen-Kanal der übrigen Fische hervorzuheben sein, dass der letztere die ebenbezeichnete Verbindung mit den feinen Röhrchen der inneren Eihülle nicht besitze, sondern gesondert von ihnen die innere Eihülle durchbreche. In der That geht auch aus der später zu erwähnenden Abhandlung Leuckart's (Müll. Arch. 1855. p. 261) hervor, dass die

chagrinartig gezeichnete Eihülle (Chorion) des Barsches noch von einem besonderen, mikropylenartigen Kanal, der aber selbst am Eingange nur einen Durchmesser von $^{1}/_{1200}$''' besitzt, durchzogen wird. — Hinsichtlich der „histologischen Deutung" des thierischen Eies ist Bruch der Ansicht, dass dasselbe gegenwärtig als das einzige aber allerdings merkwürdigste Beispiel einer einfachen thierischen Zelle mit einer secundären Umhüllung, welche der pflanzlichen Zellmembran morphologisch verglichen werden könne, anzusehen sei. Bei dieser Vorstellung wird aber das Keimbläschen mit seinem Keimfleck als die ursprüngliche, einfache Primitivzelle aufgefasst; desgleichen soll selbst der Bildungsdotter erst später an die Primitivzelle herantreten und an dessen Oberfläche als secundäre Ablagerung, wie die Cellulose bei der Pflanzenzelle, die Dotterhaut oder die Zona pellucida der Säugethiereier sich bilden. Wie man sieht, ist nach diesem Schema die Unähnlichkeit zwischen dem einfachen thierischen Eie und der Pflanzenzelle wohl grösser, als die Aehnlichkeit.

Eine umfangreiche und genaue Untersuchung „über die Mikropyle und den feinern Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern" verdanken wir R. Leuckart (Müll. Arch. 1855, p. 90 sq.). Der Verfasser unterscheidet an den Insekteneiern mit Meissner die beständig texturlose Dotterhaut und die nach aussen von dieser gelegene Schalenhaut oder das sog. Chorion. Das letztere kann aus einer, zwei, aus drei Schichten oder Hüllen bestehen. Ist nur eine Schicht vorhanden, so ist das Chorion homogen und texturlos, wie die Dotterhaut selbst; in den zusammengesetzten Schalenhäuten tritt sie als innerste Lage auf. Die zweite, äussere oder resp. mittlere Schicht des Chorions ist am häufigsten durch kleine ($^{1}/_{50}$—$^{1}/_{100}$''') sechseckige Felder ausgezeichnet, die sich durch Furchen gegen einander abgrenzen und in der Fläche bald glatt erscheinen, bald mit Körnchen, Gruben, Löchern, Schrunden etc. versehen sind. Die Furchen oder Leisten zwischen den Feldern können verschiedenartige Bildungen zeigen; sie können das ganze Feld überwuchern, letzteres als grubenartige Vertiefung in der Mitte zurücklassend; sie können sich in Form von Körbchen und Trompeten ausziehen; sie können auch der Sitz von bohrlochartigen mehr oder minder weiten Vertiefungen sein u. s. w. Obgleich die Chorionfelder der bezeichneten Schicht den optischen Ausdruck eines Epithelium gewähren, so besteht diese Schicht doch nicht aus Zellen, aber es kann zu ihr noch eine dritte und äusserste Schicht hinzutreten, die aus polyedrisch sich begrenzenden Zellen besteht; ja wo letztere vorhanden ist, pflegt die mittlere in ihrer Ausbildung zurückzustehen. Wo alle drei Schichten des Chorions sich vorfinden, da bilden sich diese (z. B. bei *Pediculus suis*, *Aeschna*) in zeitlicher Aufeinanderfolge von innen nach aussen, und zwar um die jedes

Mal schon vorhandene Dotterhant. Was die Genesis des Chorions selbst betrifft, so stimmt der Verf. darin mit Stein und Meyer überein, dass sich dabei die Zellenauskleidung der Eiröhren betheilige. Allein Leuckart hat sich nicht davon überzeugen können, dass das Chorion in seiner ganzen Dicke und in allen Schichten durch Metamorphose der genannten Zellen gebildet werde. Die innerste Schicht zeige zu keiner Zeit eine Zellentextur, und ob und wie die mittlere Schicht aus Zellen-Metamorphose hervorgehe, sei nicht mit Sicherheit zu ermitteln. Nach dem Verf. wäre also die innerste Schicht des Chorions der Insekteneier nur als ein Ausscheidungsprodukt der um das Ei gelagerten Zellen der Eiröhren anzusehen, das auf der Dotterhant abgelagert und daselbst erhärtet sei; sie wäre also nicht für eine nach aussen abgelagerte Verdickungsschicht der Dotterhant und des Eies selbst zu halten. (?R.)

In Betreff der äussern oft so zierlichen Beschaffenheit namentlich grösserer Insekteneier bemerkt der Verf., dass sich in derselben ausser den Beziehungen des Schutzes, der Stütze etc. noch besonders diejenigen für den Wechselverkehr mit der Atmosphäre und für das Eindringen der Samenkörperchen verrathen. Die letzteren Einrichtungen geben sich als Gruben, Gänge, Löcher, Kanäle zu erkennen. In Grundlage seiner Untersuchungen glaubt Leuckart den Satz aussprechen zu dürfen, dass alle Insekteneier bald mit einfachen, bald mit mehrfachen, durch die Eihüllen hindurch gehenden Oeffnungen versehen seien, die zum Einschlüpfen der Zoospermien dienen und einen Mikropylenapparat darstellen. Bei den echten Dipteren besteht der Mikropylenapparat aus einer einfachen Oeffnung am vorderen (nach dem blind geschlossenen Ende der Eiröhre hin gerichteten) Eipole oder doch wenigstens in dessen Nähe. Bei den Hemipteren finden sich fast beständig mehrere Mikropylen vor; sie entfernen sich niemals weit vom vorderen Pole, der durch Anwesenheit eines Deckels oder durch solide Fortsätze ausgezeichnet ist. Die Mikropyle der Lepidopteren ist beständig mehrfach und besteht aus 4—6 Kanälen, die aus einer gemeinschaftlichen Centralgrube des vorderen Poles hervorkommen und im radiären Verlauf die Eihäute durchsetzen. Bei den Neuropteren ist der nicht selten durch besondere Bildung seiner nächsten Umgebung ausgezeichnete Mikropylenapparat beständig am vorderen Ende, in einigen wenigen Fällen zugleich auch am hinteren Eipole gelegen; er besteht bald aus einer Oeffnung, bald auch aus zahlreichen, siebförmig neben einander gestellten Löchern (Gen. *Psocus* etc.). Der Mikropylenapparat der Orthopteren besitzt gewöhnlich eine mehrfache Zahl von ansehnlichen Löchern oder trichterförmigen Kanälen, die gewöhnlich in grösserer Entfernung von dem vorderen Eipole angebracht sind. Bei den Käfern

befindet sich der Mikropylenapparat am vorderen Eipole und ist in der Regel aus einer mehrfachen Anzahl von Oeffnungen zusammengesetzt. Die Oeffnungen stehen bald unregelmässig neben einander, bald in Form eines Kranzes und liegen bei Eiern mit dickem Chorion nicht selten in einer Vertiefung. Bei den Hymenopteren, deren Eier ein einfaches Chorion besitzen, liegt der Mikropylenapparat am vorderen Pole und besteht in der Regel (vielleicht immer) aus mehreren, äusserst engen Kanälen, die in paralleler oder doch nur wenig divergirender Richtung eine Strecke weit unter der Oberfläche des Chorions hinlaufen und sich ziemlich im Mittelpunkt des vorderen Poles nach innen öffnen. — Was die Bildung der Mikropylen betrifft, so spricht sich Leuckart gegen die Ansicht Meissner's aus, dass dieselben als Lücken in dem Eiröhren-Epithelium an der Stelle entstehen, wo die Dotterhaut ihre Mikropyle besitze. Vor der Ablagerung des Chorions konnte an der Dotterhaut niemals eine Mikropyle wahrgenommen werden. Desgleichen hat der Verfasser durch Beobachtungen an *Gomphocorus* sich überzeugt, dass der Mikropylenapparat nicht von Anfang an dem Chorion zukomme, sondern erst nach Ablagerung desselben durch Resorption seinen Ursprung nehme. — Leuckart macht schliesslich darauf aufmerksam, dass man keineswegs berechtigt sei, überall an den thierischen Eiern die Existenz eines Mikropylenapparates vorauszusetzen. Das Auftreten desselben dürfte sich besonders in den Fällen als physiologische Nothwendigkeit herausstellen, wo die Eier schon frühzeitig, noch bevor sie mit dem Sperma zusammentreffen, von einer festen und resistenten Hülle umgeben werden, also bei Eiern, die durch die Ausbildung von stärkeren und festen Eierstockshüllen (Chorion) ausgezeichnet sind; damit stimme überein, dass man bisher die Mikropylen besonders bei Eiern von Insekten, Knochenfischen, Holothurien, Bivalven vorgefunden habe.

Lacaze-Duthiers hat über die Entwickelung der Eier bei den *Lamellibranchiata* folgende Beobachtungen gemacht. (Recherch. sur les org. génitaux des Acéphal. lamellibranch. Annal. des sc. nat. Sér. IV, Zool. Tom. II, 1854, p. 155 sq.) Au reifen Eiern der Lamellibr. sind ausser der Kapsel (Chorion) mit dem Stiel eine Dotterhaut, der Dotter, das Keimbläschen mit einem oder mehreren Keimflecken zu unterscheiden. Zwischen der Kapsel und der Dotterhaut befindet sich eine wahrscheinlich albuminöse, ziemlich dicke Flüssigkeit, welche es bewirkt, dass die Kapsel dicker erscheint, als sie in Natur ist, und dass das Ei wie von einer transparenten Zone umgeben sich darstellt. Die Eier bilden sich in den körnigen Zellen, welche die feine Membran der Acini des ramificirten Ausführungsganges der Ovarien von innen auskleiden. In diesen Zellen erscheinen die Eichen, einfach

oder in seltenen Fällen zu zwei oder drei, als Bläschen und zwar unter Hinschwinden des körnigen Inhalts, der also nicht zum Dotter verwendet wird. Indem das Bläschen an Grösse zunimmt, zeigen sich gleichzeitig Dotterhaut, der anfangs nur wenig körnige Dotter und das Keimbläschen mit dem Keimfleck; es lässt sich daher nicht behaupten, dass einer dieser Bestandtheile, wie etwa das Keimbläschen oder der Keimfleck, zuerst entstehe, und dass später der Dotter herumgelagert werde. Nicht mit Sicherheit lässt sich ermitteln, wie die Kapsel sich bilde, welche durch einen Stiel mit der Wandung des Acinus in Verbindung steht. Nach des Verf. Ansicht soll es namentlich ungewiss sein, ob sie ein Ueberrest der Zelle sei, in welcher sich das Eichen gebildet, oder ob sie als eine Neubildung angesehen werden müsse.

Eine sehr auffallende und charakteristische Eigenthümlichkeit an den Eiern der *Scomberesoces* (J. Müller) ist von E. Häckel entdeckt. (Müll. Arch. 1855, p. 23 sq.) Sie wurde zuerst bei *Belone vulgaris* beobachtet und zeigt sich darin, dass zwischen der fein punktirten Dotterhaut und dem Dotter ein dichtes Netz von $^1/_{450}''' - ^1/_{120}'''$ breiten Fasern in einfacher oder am ganz reifen Ei selbst in doppelter und dreifacher, freilich unvollkommener Schicht sich ausbreiten. Die Fasern gleichen physikalisch und chemisch am meisten den elastischen; sie anastomosiren aber nicht, sind meist einfach, sehr selten einmal gespalten, solide, cylindrisch, glashell, und lassen sich beim Zerdrücken des Eies in Form langer, den grössten Umfang des Eichens mehrere Mal übertreffender Fasern isoliren. Jede Faser läuft an dem einen (jüngeren) Ende sehr allmälig in eine lange Spitze aus, während das andere, ältere Ende allmälig oder plötzlich in einen länglich-runden Kolben anschwillt. Mit der abgeschnittenen Basis dieses Endes oder der Wurzel sitzt die Faser ziemlich fest an der Dotterhaut, so dass oft beim Isoliren des Wurzelendes Stückchen an ihr haften bleiben. Das kolbige Wurzelende ist namentlich bei jüngeren Eiern sehr deutlich von einem kurzen, cylindrischen Schlauch umhüllt. Die Anordnung und der Verlauf der Fasern ist bei verschiedenen Gattungen verschieden. Bei *Belone* umspinnen sie die Dotterkugel in Form von Parallelkreisen; ähnlich ist es bei *Hemiramphus*, während bei *Tylosurus* die regelmässige, concentrische Anordnung der Fasern nur spurweise markirt wird und bei *Sairis* Alles regellos durch einander läuft. Bei *Exocoetus* ordnen sich die Fasern um 10—20 Mittelpunkte oder Pole, was namentlich zur Zeit der mittleren Reife des Eichens deutlich hervortritt. In Betreff der Genesis dieser Fasern liess sich das mit Sicherheit ermitteln, dass sie mit den Wurzeln beginnt, die bei *Belone* anfangs als 30—50 dunkele Punkte an der ganzen Dotteroberfläche sichtbar werden. Diese Punkte vergrössern sich zu polyedrischen, soliden,

glashellen, scharf kontourirten Körnern, welche an der Innenfläche der (punktirten) Dotterhaut festsitzen. Bald darauf erscheint das Korn doppelt kontourirt und damit ist das Auftreten der schlauchartigen Hülle der Faserwurzel bezeichnet. Später durchbricht der innere Kern die Hülle und wächst zur Faser aus.

A. Retzius hat den Fetttropfen der Fischeier seine Aufmerksamkeit zugewendet. (Översigt af K. Vet. Ak's. Förhandl., d. 19. Ap. 1854; Müll. Arch. 1855 p. 34 sq.) Die Eier von *Gadus Lota* besitzen etwa einen Monat vor Beginn der Laichzeit eine Menge theils grösserer, theils kleinerer Fetttropfen, welche durch die ganze Dottermasse zerstreut sind; die grösseren Oeltropfen waren nicht auffallend dunkel kontourirt, auch nicht einfach, sondern durch unzählige kleinere Fettkörnchen granulirt. Während der Laichzeit sind diese zahlreichen Fetttröpfchen geschwunden, und statt derselben schwimmt nunmehr oben auf ein einziger dunkel kontourirter Fetttropfen. Eine ähnliche Beobachtung hatte bereits Rathke an den Eiern von *Blennius viviparus* gemacht. Auch beim Barsch fehlt längere Zeit vor der Reife der grosse Oeltropfen, und statt seiner sind unzählige kleine Fetttröpfchen im Dotter vertheilt. Untersucht man die noch weniger ausgebildeten Fischeier mit überwiegend grossen Keimbläschen, so finden sich im Allgemeinen nur Spuren von Oeltropfen und zwar in eben diesem Bläschen vor — als sogenannte Keimflecke. Der Verf. ist nun der Ansicht, dass der Keimfleck bei den Fischen aus Fetttheilchen bestehe, welche an Zahl zunehmen, sich mit einander vereinigen und als Tröpfchen oder Bläschen auftreten. Sowie diese die Oberhand gewinnen, scheinen sie das Keimbläschen auszudehnen und wahrscheinlich frühzeitig zu zerstören, worauf ihre Bildung sich im ganzen Dotter verbreite. Später sammeln sie sich bei vielen Fischeiern zu einem einzigen grossen Oeltropfen.

Bekanntlich waren es die Trematoden, welche in Betreff der Eibildung zu der Ansicht geführt haben, dass das Keimbläschen nicht allein das zuerst Gebildete, sondern die eigentliche Zellanlage des Eichens darstelle, und dass also selbst der Bildungsdotter mit der eigentlichen Dotterhaut accessorisch, sogar in einem ganz anderen Organe vorbereitet zu dem ursprünglichen Eichen, dem Keimbläschen, hinzutrete; man unterschied bei den Trematoden einen Keimstock und Dotterstock. In dieser Beziehung sind nun die von Aubert mitgetheilten Untersuchungen über die Eibildung von *Aspidogaster Conchicola* von Interesse. (v. Siebold u. Köll. Zeitschr. f. w. Z. Bd. IV, p. 358 sq.) Der Verf. fand in dem von v. Siebold sogenannten Keimstocke Bläschen oder Zellen von verschiedener Grösse, die v. Siebold für Keimbläschen mit einem Keimfleck gehalten hatte. Es lassen sich inzwischen namentlich an den grösseren Bläschen deut-

lich eine äussere Hülle, eine fein granulirte kuglige Inhaltsmasse und in derselben ein kleines, helles Bläschen unterscheiden, das bei kleineren Eichen noch eine punktförmige Auszeichnung besitzt. Man hat also die wesentlichen Bestandtheile eines wirklichen Eies vor sich, und der Keimstock ist der wirkliche Eierstock. Auf ihrem Wege zum Uterus gerathen die Eichen in Berührung mit den Ausführungsgängen des Hodens und des sog. Dotterstockes. Nach dieser Berührung bildet sich nun das zusammengesetzte Ei des *Aspidogaster*, das im Uterus angetroffen wird. In einer neu gebildeten Kapsel zeigt sich als Inhaltsmasse eine Portion der Körnchen, welche den Inhalt des sog. Dotterstockes ausmachen, ferner das eigentliche Ei, das sich wie ein Keimbläschen in dem körnigen Inhalte ausnimmt, und wahrscheinlich auch eine Anzahl Zoospermien, die sich jedoch nicht deutlich erkennen lassen. Der Verf. ist im Zweifel, ob er den in der Kapsel eingeschlossenen Körnerhaufen des sogen. Dotterstocks als Bildungsdotter oder Nahrungsdotter oder Eiweiss auffassen solle. Für die beiden letzteren Substanzen lässt sich dieser Zweifel rechtfertigen, obgleich es bei anderen Thieren wahrscheinlich gemacht worden ist, dass der Nahrungsdotter nicht accessorisch an die primitive Eizelle herantrete, sondern innerhalb der Dotterhaut sich neben dem Bildungsdotter hervorbilde. Dass man aber keine Parallele mit dem Bildungsdotter ziehen darf, geht schon aus obiger Darstellung, noch mehr aus den Mittheilungen des Verf. über die embryonale Entwickelung des *Aspidogaster* hervor. Der Embryo entwickelt sich nämlich innerhalb der Kapsel an der Stelle, wo sich das Eierstocksei befindet, das später seine Dotterhaut verliert. Der Raum, sagt Aubert, wo das Eierstocksei lag, bleibt hell und dehnt sich auf Kosten des körnigen Inhalts immer mehr aus, indem das helle Feld gleichmässig gegen den dunklen Pol hin fortschreitet. Später zeigt sich der lichtere Embryo bestimmt abgegrenzt und selbst in Bewegung neben dem noch nicht verzehrten Rest von Körnchen. Es werden also die Körnchen nicht unmittelbar zu Anlagen verwerthet, wie dieses mit den Bestandtheilen des Bildungsdotters der Fall ist, sondern sie werden als Nahrungssubstanz bei der Entwickelung und dem Wachsthum des Bildungsdotters im Eierstocksei verzehrt. Die Entwickelung des *Aspidogaster* bestätigt gerade die Deutung des Verf. in Betreff des Eierstockseies.

Th. Bischoff ist gegen Meissner's Darstellung der Eibildung bei *Ascaris mystax* (vergl. d. letzten Jahresb.) aufgetreten. (v. Siebold's u. Köll. Zeitschr. f. w. Z. Bd. VI, p. 380 sq.) Der Verf. hält es zunächst mit dem Ref. für wahrscheinlich, dass in der durch ihre grosse Durchsichtigkeit ausgezeichneten Spitze der Eierstocksröhre sehr blasse Zellen gebildet werden, erklärt jedoch diese Zellen für die

künftigen Keimbläschen der eigentlichen Eier. Indem dieselben in den Eiröhren weiter vorrücken, stellt sich zwischen ihnen eine feinkörnige Bindemasse ein. Etwa in einer Entfernung von 15—20 Mm. von der Spitze der Eiröhre bemerkt man, dass sich die sogen. Bindemasse mehr und mehr um die einzelnen Bläschen herum gruppirt und in Folge der Vermehrung der Körnchen dieselben bald so verdeckt, dass sie nicht mehr erkannt werden können. Die Gruppirung und Theilung der Bindemasse um die Bläschen herum erfolgt zuerst und am frühsten in der Peripherie der Eiröhre, so dass also im Centrum noch ungetheilte Bindemasse zurückbleibt und die sog. Rhachis oder Axe bildet. Ist die Gruppirung der Bindemasse um die Bläschen vollendet, so schwindet die Rhachis und das Keimbläschen ist nunmehr mit dem Dotter umgeben, an welchem anfangs noch keine Dotterhaut vorhanden sein soll. Nach Bischoff würde sich demnach das Ei der Askariden nach demselben Typus, wie nach des Verf. Ansicht, auch anderwärts bilden. Ref. darf wohl behaupten, dass die Ansicht, wonach der Bildungsdotter und die Dotterhaut als spätere Umlagerungsschichten um eine primitive Eizelle, das Keimbläschen, gebildet würden, in den letzten Jahren mehr und mehr an Terrain verloren hat. Das reife Ei der Thiere empfängt allerdings, wie wir wissen, nicht selten accessorische Hüllen im Eierstock selbst, im Ovidukt und auch im Uterus; die wesentlichen Theile des Eies, das Keimbläschen, der Dotter, die Dotterhaut sind aber stets gleichzeitig in der primitiven Eizelle gegeben. Auch bei den Askariden ist dieses der Fall, und jene feinkörnige Bindemasse, von welcher oben berichtet wird, liegt nicht frei, sondern findet sich gleich anfangs als Zellinhalt vor. Ueber die Art und Weise, wie das Ansehen einer Rhachis in den Eiröhren von *Ascaris mystax* zu Stande kommt, hat Referent im Jahresbericht (Müll. Arch. 1854 p. 24) sich ausgesprochen. Die Eibildung bei *Mermis* und *Gordius* kennt Ref. aus eigenen Beobachtungen nicht. Wo aber eine Rhachis oder ein Axengebilde in den Eiröhren nicht rein herauspräparirt ist, da ist die Annahme derselben mit grosser Vorsicht zu statuiren; ein gefiederter Habitus genügt dazu nicht; auch das Zusammenhalten der Eier in Gruppen ist nicht ausreichend, da bei der Lagerungsweise der Eier in den Röhren und bei dem Druck, den sie daselbst beim Wachsthum auf einander ausüben und den sie von den nachrückenden Eichen erleiden, das gruppenweise Zusammenhalten sich wohl erklären lässt.

Ueber die Bewegung und Entwickelung der Samenkörperchen der Frösche hat Ankermann einige Beobachtungen mitgetheilt. (De mot. et evolut. filor. spermat. ran. Diss. inaug. Region. Boruss. 1854, 8vo.) Bei mikroskopischer Untersuchung eines Hodenstückes ohne Zusatz von Wasser

und anderen Flüssigkeiten bemerkt man bei den meisten Samenkörperchen keine Bewegung; nur wenn eine grössere Quantität des Sperma ausgedrückt wird, gerathen einige Samenkörperchen am Rande des Tropfens in Vibration. Sobald jedoch irgend eine wenig differente Flüssigkeit dem Sperma zugemischt wird, treten lebhaftere Bewegungen auf. Man beobachtet dabei, dass die Zoospermien mit dem Eintritt der Bewegungen auch Veränderungen in der Form erleiden. Sowohl das Köpfchen als die fadenförmigen Anhänge vergrössern sich, werden blass und verlieren ihre bestimmten Konturen; ausserdem bilden sich die bekannten Oesen. Oefters ereignet es sich, dass die fadenförmigen Anhänge von den Köpfchen abreissen und lebhaft sich fortbewegen. Bei der Bewegung der Zoospermien geht die treibende Kraft von dem längeren Anhange, dem Schwanz aus, das Köpfchen wird bewegt und dirigirt den Lauf, indem es stets vorangeht. Ist das Köpfchen mehr oder weniger spiralförmig gekrümmt, so bewegt sich das Samenkörperchen in Spiraltouren vorwärts; bei mässiger Krümmung des Köpfchens stellt sich oft eine Rotationsbewegung um die Axe ein. Um sich von der Ursache der Vibrationsbewegungen des Schwanzes zu unterrichten, wurde zuerst dem Sperma Milch, Speichel, Blut, Galle, Eiweiss hinzugefügt. Diese thierischen Flüssigkeiten hemmen die Bewegung entweder nur durch ihre physikalischen Eigenschaften, wenn sie zu zähflüssig sind, oder durch ihre chemischen Eigenschaften, durch Säuren oder Alkalien, die das Samenkörperchen auflösen. Bei Anwendung ferner verschiedener Salze (des Nat. sulphuricum, Kali nitricum, des Natr. chloratum, des Alumen) im diluirten Zustande werden die Bewegungen nicht unterdrückt, wohl aber in koncentrirten Lösungen, wenn nicht bald Wasser hinzugefügt wird. Auf gleiche Weise verhalten sich Morphium aceticum, Tinct. thebaica, Kali cyanatum. Strychninum nitricum unterhält die Bewegung, wie Wasser, selbst in koncentrirter Lösung (10 gr. auf VI 3). Auf die Wirkung des Extr. opii aquos. hat nicht allein die Zeit, sondern auch die Quantität des Präparats und die Grösse der Hoden-Partikelchen sich einflussreich gezeigt. Nach längerer Zeit der Anwendung war die Bewegung der Samenkörperchen nicht mehr wiederherzustellen. Verdünnte Lösungen von Ammoniak und kaustischem Kali rufen leicht Bewegung hervor; bei längerer Einwirkung und bei koncentrirten Lösungen werden schliesslich die Samenkörperchen aufgelöset. Unter den von dem Verf. benutzten Stoffen zeigten sich die Mineralsäuren und die Metallsalze selbst in sehr wässrigen Lösungen von dem verderblichsten Einfluss auf die Samenkörperchen. Alkohol und Tc. jodi hoben die Bewegungen der Samenkörperchen bald und vollständig auf; bei Anwendung von Weingeist und konzentrirter Zuckerlösung lässt sich die unterdrückte Bewegung durch Zusatz von Wasser

wiederherstellen. Schwefeläther zerstört die Textur der Samenkörperchen. Elektricität bleibt ohne Einfluss; in Wasser von + 45° R. und + 4° R. hört die Bewegung auf. Ankermann findet die Ursache einer jeden Bewegung des Samenkörperchens in Inbibition und Endosmose, welche sich einstellt, wenn der dickflüssige Samen mit einem dünnflüssigen, unschädlichen Fluidum versetzt wird. Die Zeichen der Quellung und Endosmose werden in der Anschwellung und in dem Lichterwerden der Samenkörperchen offenbar. An den Zellenmembranen, welche die entwickelten Samenkörperchen umschliessen, will der Verf. sogar eine Undulationsbewegung bemerkt haben. In dem nicht verdünnten Samen fehle die Bewegnng der Samenkörperchen, weil es au Flüssigkeit fehle, in welcher sie sich bewegen können. Werden konzentrirtere Lösnngen dem Sperma zugefügt, so fehle nicht gänzlich die Bewegung der Zoospermien, sondern sie gehe schnell vorüber. Der Grund aber, warnm bei Zusatz von konzentrirteren Flüssigkeiten die Bewegung schnell anfhöre und im umgekehrten Falle länger andauere, soll darin liegen, dass das endosmotische Aequivalent verschieden sei. Eine andere Ursache, warnm die Bewegnngen länger andanern, wird darin gesucht, dass, wegen der Verdunstung an den Rändern des Deckgläschens, an den verschiedenen Stellen des die Samenkörperchen umgebenden Fluidnms ein verschiedener Grad der Konzentration sich einstelle. — Die einzelnen Samenkörperchen des Frosches entwickeln sich nach dem Verf. aus kernhaltigen Zellen. Der Kern wächst zum Köpfchen aus, bleibt aber von der Zellmembran eng umschlossen und scheint im reifen Samenkörperchen mit ihr verschmolzen zu sein. Ob der Schwanz durch Auswachsen der Zellmembran oder auf andere Weise entstehe, liess sich nicht genau ermitteln; jedenfalls sei anfangs die Zellmembran dabei hetheiligt. Die Verbindung der einzelnen Zoospermien zu Bündeln soll durch die von den Alveolen des Hoden abgesonderte granulirte Materie herheigeführt werden. (!R.)

Sehr umfangreiche und genaue Untersuchungen über die Bewegung der Zoospermien verdanken wir Kölliker (Zeitschrift f. w. Z. Bd. VIII, p. 201 — 282). Wir entnehmen daraus folgende Resultate. Bei Säugethieren (Stier, Hund, Kaninchen, Pferd, Mensch) findet man im reinen Samen (aus dem Nebenhoden oder Vas deferens), namentlich am Rande des Tropfens, sehr häufig die Samenkörperchen in Bewegung. Durch Zusatz von Wasser wird die Bewegung aufgehoben; es bilden sich in Folge von Imbibition Oesen. Die mit Oesen versehenen Samenkörperchen sind jedoch nur scheintodt und können durch nachherigen Zusatz konzentrirterer Lösungen unschädlicher indifferenter Stoffe (Glycerin und Amygdalin, desgleichen Zucker, Eiweiss, Harnstoff von 10, 15 — 30 pCt., auch Zucker mit 1/1000 KO) und Salzen

($2NaOHO, PO_5$ von 5 pCt. und 10 pCt.; NaCl von 1 pCt., 5 pCt. und 10 pCt.) zur lebhaftesten Bewegung erweckt werden. Es ist wahrscheinlich, dass das ganze Phänomen des Wiederauflebens auf einer Wasserentziehung und Durchtränkung der Samenkörperchen mit der konzentrirteren Lösung beruht. Kaustische Alkalien lösen zwar die Oesen, aber eine Bewegung tritt nicht mehr ein. — In allen thierischen Flüssigkeiten von grösserer Konzentration oder grösserem Salzgehalt, die ferner nicht zu sauer und nicht zu alkalisch, auch nicht zu zähflüssig sind, erhält sich die Bewegung der Samenkörperchen, so in Blut, Lymphe, alkalischem oder neutralem Harn, alkalischer Milch, verdünntem Schleim, dikkerer Galle, Humor vitreus, im Sekrete der Samenbläschen, der Prostata, des Uterus masculinus (Kaninchen), der Cowper'schen Drüsen, im flüssigen Theil des alkalisch reagirenden und viel NaCl enthaltenden Eiweisses von Eiern. Die verdünnteren Lösungen dieser thierischen Flüssigkeiten erzeugen Oesen, wie Wasser, und hemmen so die Bewegung; gleichwohl kann auch hier durch die oben genannten konzentrirteren Lösungen die Ruhe wieder gelöset werden. In Speichel, saurem und stark ammoniakalischem Harn, saurer Milch, saurem Schleim, Magensaft, dünner Galle, dickem Schleim hört die Bewegung der Samenkörperchen auf; diese schädliche Einwirkung kann beseitigt werden, wenn man den für die Bewegung passenden Grad der Konzentration dieser Flüssigkeiten und ihre neutrale Reaktion herstellt. — In allen Lösungen indifferenter organischer Substanzen von mittlerer Konzentration bewegen sich die Zoospermien vollkommen gut, so in allen Zuckerarten, Harnstoff, Picrotoxin, Glycerin, Salicin, Amygdalin. Stärkere Konzentrationen dieser Substanzen heben die Bewegungen auf, doch stellt nachträgliche Verdünnung mit Wasser dieselben wieder her; zu diluirte Lösungen wirken wie Wasser. — Gewisse sogenannte Lösungen indifferenter organischer Substanzen, von Gummi arabicum, Pflanzenschleim (Gum. tragacanthae, Mucilago seminum cydoniorum) und Dextrin wirken wie Wasser, auch wenn sie noch dickflüssig sind. Konzentrirte Lösungen anderer Substanzen stellen auch in diesem Falle die Bewegung wieder her. Der Verf. sucht aus mehreren endosmotischen Erscheinungen nachzuweisen, dass die Lösungen von Gummi, Pflanzenschleim und wahrscheinlich auch von Dextrin nicht wirkliche Lösungen seien, sondern sich wie Wasser mit darin suspendirten Substanztheilchen verhalten, woraus sich ihre Einwirkung auf die Samenkörperchen ableiten liesse. — Viele organische Substanzen heben die Bewegungen der Samenkörperchen auf, weil sie chemisch auf dieselben einwirken, so Alkohol, Creosot, Gerbstoff, Aether, Chloroform, andere, weil sie ein mechanisches Hinderniss abgeben, wie die meisten Oele. — Einige Narcotica,

wie Lösungen von Morph. aceticum 3 pCt. bis 6 pCt. und von Strychn. nitricum 2 pCt., wirken wie Wasser; die Bewegungen beginnen auch wieder bei Zusatz von Kochsalzlösung (1 pCt.). Blausäure (12 pCt.) hatte gar keine Wirkung. — Metallsalze heben die Bewegungen selbst in sehr verdünntem Zustande auf, so eine Zuckerlösung, die $^1/_{10000}$ Theil Sublimat enthielt. — Die meisten alkalischen oder Erdsalze schaden bei einer gewissen, bald grösseren, bald geringeren Konzentration nichts: so 1 pCt. Lösungen von $NaCl$; KCl; NH_4Cl; NaO, NO_5; KO, NO_5; ferner 5 pCt. bis 10 pCt. Lösungen von $2 NaO HO, PO_5$; NaO, SO_3; MgO, SO_3; $BaCl$. Schwächere Lösungen haben denselben Einfluss wie Wasser, doch leben die Samenkörperchen durch Zusatz konzentrirterer Lösungen dieser Salze etc. wieder auf. Stärkere Lösungen hemmen die Bewegungen ebenfalls, doch treten bei Zusatz von Wasser dieselben wieder auf. — Säuren sind schon in geringen Mengen schädlich, so Salzsäure bei $^1/_{7500}$. — Aehnlich den Säuren wirken auch die sauren Salze und thierischen Flüssigkeiten saurer Reaktion. — Schon Donné, namentlich Quatrefages (Ann. des scienc. nat. 1850 p. 116) und neuerdings Ankermann hatten die Beobachtung gemacht, dass die Zoospermien in diluirten Lösungen kaustischer Alkalien sich zu bewegen fortfahren. Kölliker nennt die kaustischen Alkalien (Nat., Kal., Amm.) geradezu die „eigentlichen Erreger" der Samenkörperchen, wenn sie in Koncentrationen von $^1/_{32}$ pCt. bis 50 pCt. hinzugesetzt werden. Selbst wenn die Samenkörperchen zur Ruhe gelangt sind und sich durch andere Reagenzien nicht mehr in Bewegung versetzen lassen, können sie durch die genannten Substanzen wieder bewegt werden. Es ist jedoch ein „aber" dabei: nach 1—3 Minuten tritt Ruhe ein, und nunmehr sind die Samenkörperchen durch kein Mittel mehr zur Bewegung zu bringen. Schon in Berücksichtigung dieser Thatsache scheint es dem Ref. bedenklich zu sein, die kaustischen Alkalien als „eigentliche Erreger" zu bezeichnen; ausserdem möchten diese Substanzen als solche, d. h. in reinen Lösungen, wohl nirgend als Anregungsmittel in der Thierwelt verwerthet sein. Dagegen hebt der Verf. hervor, dass durch Zusatz von verdünnten ($^1/_{500}$—$^1/_{1000}$) kaustischen Alkalien zu indifferenten Lösungen Mischungen zu gewinnen sind, in welchen die Zoospermien sich ganz vortrefflich erhalten. Namentlich bemerkt Kölliker, dass eine kalihaltige Zuckerlösung viel energischer einwirkt als reine Zuckerlösung, indem einerseits die Samenkörperchen in ersterer länger beweglich bleiben, andererseits auch dann noch zu lebhaften Bewegungen erweckt werden, wenn reine Zuckerlösung gar nichts mehr leistet. Aehnlich wie die kaustischen Alkalien wirken die kohlensauren Alkalien; dagegen bleiben Aetzkalk und Aetzbaryt ohne Wirkung. — Die in indifferenten

Snbstanzen und Salzlösnngen eingetrockneten Zoospermien sind in gewissen Fällen durch Verdünnung mit derselben Flüssigkeit oder mit Wasser wieder in Bewegung zn bringen. Bei den Vögeln wurden im Wesentlichen dieselben Resultate wie bei den Säugethieren erhalten; es zeigte sich jedoch, dass die phosphorsauren und schwefelsauren alkalischen Salze in etwas schwächeren Solutionen günstig wirken. Bei den nackten Amphibien (Frosch) sind gleichfalls minder konzentrirte Lösungen nöthig, wenn die Zoospermien sich naturgemäss bewegen sollen; die kaustischen Alkalien dürfen namentlich nur in ganz schwachen Lösungen angewendet werden. Die Zoospermien der Fische stimmen durch ihr Verhalten gegen Wasser mehr mit den Amphibien überein, nnterscheiden sich jedoch von diesen, so wie von allen Wirbelthieren, durch die Zartheit ihres Banes nnd dadurch, dass im Allgemeinen nur wenige ihren Bewegungen günstige Medien vorhanden sind. Nach den Erfahrungen des Verf. haben sich als solche erwiesen: $2NaOHO, PO_5$ von 1 pCt. nnd MgO, SO_3 von 1 pCt., worin sich die Samenkörperchen 6—22 Stunden in lebhafter Bewegung erhielten; die kaustischen Alkalien dürfen nur in diluirten Lösnngen von $^1/_{32}$—$^1/_4$ pCt. angewendet werden, denn in stärkeren gehen die Samenkörperchen sofort zu Grunde.

Kölliker sucht darzuthun, dass die Bedingungen für die Bewegung der Samenkörperchen weder in einem endosmotischen und exosmotischen Prozesse, noch in einer Imbibition der Samenkörperchen, noch in einer von aussen auf sie einwirkenden chemischen oder elektrischen Kraft, noch in der Verdunstung des Sperma oder in der Wärme zu snchen sei; man sei vielmehr zur Annahme genöthigt, dass ihnen, wie den Cilien und der Substanz einfachster Thiere, das Vermögen inhärire, znfolge einer bestimmten Eigenschaft ihrer Moleknle unter günstigen Bedingungen Veränderungen zn erleiden, die zu der bekannten Bewegung der Samenkörperchen führen. Daher werden solche Bewegungen auch stets auftreten, sobald die Medien, in welchen sich die Zoospermien befinden, keine mechanischen Hindernisse in den Weg stellen oder den molekularen Zustand derselben nicht zu sehr alteriren, mithin in thierischen Flüssigkeiten mittlerer Konzentration, die nicht zu saucr oder zn alkalisch sind, in nicht zu diluirten Flüssigkeiten nnd indifferenten Substanzen, in gewissen Salzlösungen von bestimmter Dichtigkeit. Die Unterschiede, welche die letzteren zeigen, erklärt sich der Verf. ans der Verschiedenheit der Imbibitionsverhältnisse. Schliesslich vergleicht Kölliker die Nervenröhren nnd Samenkörperchen in ihrem Verhalten gegen chemische Reize und erklärt die Eigenthümlichkeiten der letzteren. In dem zweiten Kapitel der Abhandlung theilt der Verf. einige Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Samens,

über den Gehalt an Wasser, fester Substanz, der organischen wie anorganischen, beim Ochsen, Pferde, Frosch, Karpfen mit. Auf 100 Theile werden beim Ochsen berechnet: Wasser 82,06, feste Substanz 17,94. Die feste Substanz enthält 2,165 Fett, 13,138 eigentliche Substanz der Samenkörperchen und 2,637 anorganische Materie.

Die Entwickelung der Samenkörperchen hat Kölliker von neuem besonders bei den Säugethieren (vor Allem beim Stier, dann auch beim Hund und Kaninchen) studirt (a. a. O. p. 262 sq.). Die Samenkanälchen ausgebildeter Thiere sind stets von Zellen verschiedener Grösse und Beschaffenheit erfüllt. Die äusseren Zellen, von denen die unmittelbar an das Substrat der Wandung angrenzenden durch bräunliche Pigmentkörnchen sich auszeichnen, sind der Sitz eines lebhaften Vermehrungsprozesses, indem dieselben, die gewöhnlich grosse Kerne und Kernkörperchen besitzen, sich fortwährend theilen. Die daraus hervorgehenden blassen, zarten, in Wasser leicht veränderlichen Brutzellen nehmen das Centrum der Kanälchen ein, und um die Zeit, in welcher die Samenkörperchen sich entwickeln, finden sich unter ihnen und zwar in der Axe der Kanälchen die Zellen vor, welche unmittelbar bei der Entwickelung der Samenkörperchen betheiligt sind; der Verf. nennt sie die „Samenzellen“. Auch in den Brutzellen zeigt sich eine energische Vervielfältigung von Zellen. Die von dem Verf. geschilderten Vorgänge in den Samenröhrchen bis zur Bildung der „Samenzellen“ stimmen im Wesentlichen mit denjenigen überein, die Ref. bei den Nematoden beobachtet hat. Ein allerdings sehr auffallender Unterschied ist jedoch der, dass in den Samenröhrchen der Nematoden die verschiedenen Zellen, welche Ref. als „Mutterzellen„, „Keimzellen der Samenkörperchen“ und „Keime derselben (Samenzellen K.)“ aufgeführt hat, verschiedene Abschnitte in der Länge des Röhrchens, von dem blinden Ende an gerechnet, einnehmen, während sie bei den Säugethieren als verschiedene Schichten der ganzen Füllungsmasse des Samenröhrchens auftreten. Die „Samenzellen“ sind entweder einkernige, kleinere Zellen oder grössere Cysten mit vielen, 10—20 und mehr Kernen, die jedoch in Wasser sehr leicht zerstört werden. Bei der Entwickelung der Samenkörperchen sind vorzugsweise der oder die Kerne der Samenzellen betheiligt und nicht die ganze Zelle (?R.). Der runde Kern wird anfangs einfach länglich und meist abgeplattet. Dann zeigt sich eine Scheidung desselben in einen vorderen dunkel kontourirten nnd einen hinteren, etwas kleineren, blassrandigen Theil, welcher im Wasser gern rundlich aufquillt nnd dann dem ganzen Körper ein bisquitartiges Ansehen giebt. Schliesslich wächst am lichteren Theil unter stetiger Abnahme desselben an Grösse das Schwänzchen hervor, während am vorderen Pol häufig eine ganz kleine,

dunklere, knopfartige Verdickung sichtbar wird. Der ganze Vorgang der Entwickelung des Samenkörperchens liess sich übrigens selbst an den isolirten Kernen noch nicht vollkommen übersehen. Indessen giebt der Verfasser als das Wahrscheinlichste an, dass der Körper oder Kopf der Zoospermien direct aus dem Kerne entstehe, indem derselbe unter den angegebenen Formveränderungen solid werde und seine chemische Natur ändere, und dass der Faden aus dem hinteren blasseren Theile des Kerns und zwar auf Kosten desselben hervorwachse. Das Freiwerden der Samenkörperchen erfolgt so, dass wahrscheinlich gleichzeitig der Kopf an der einen, der Faden an der anderen Seite die Mutterzelle durchbreche, in der Regel ohne von dieser sich zu lösen. Die Reste der Mutterzellen bleiben theils als die schon von Anderen angegebenen kappenförmigen Ueberzüge der Körper, namentlich aber als bedeutende Anhänge der Fäden an den Zoospermien sichtbar. — Bei der Taube verhält sich die Entwickelung der Samenkörperchen ähnlich wie bei den Säugethieren, nur dass die Kerne nicht in zwei Abschnitte sich sondern, und viel bedeutender sich verlängern. Weniger übersichtlich war die Entwickelung der Zoospermien beim Frosch und bei den Fischen zu verfolgen, doch konnte man aus den vorhandenen Erscheinungen auf einen wesentlich gleichen Entwickelungsprozess wie bei den Säugethieren schliessen. Als Resultat der gegenwärtigen Beobachtungen Kölliker's werden folgende Sätze aufgestellt. 1) Die befruchtenden Samenelemente aller Thiere entwickeln sich durch directe Umwandlung der Kerne der „Samenzellen". 2) Die unbeweglichen Samenelemente oder die Samenkörperchen der Arachniden, Myriapoden u. s. w. sind einfach verlängerte oder anderweitig in der Form umgewandelte Kerne. 3) Bei den beweglichen Samenelementen oder den „Samenfäden" hat sich neben dem Körper des Samenfadens aus dem Kern noch ein beweglicher Faden hervorgebildet. 4) Diesem zufolge entsprechen die Körper der beweglichen Samenfäden dem ganzen Samenkörperchen der anderen Thiere. 5) Sollte es sich ergeben, — was nach des Ref. Ansicht aus der Untersuchung der Samenkörperchen einer beliebigen Askaride unzweifelhaft hervorgeht —, dass die Samenelemente gewisser Thiere wirklich nie einen beweglichen Anhang erhalten, so liesse sich hieraus vielleicht noch folgern, dass nur die Körper der beweglichen Samenfäden der wirklich befruchtende Theil derselben sind.

Referent hat schon vor 10 Jahren in seiner Abhandlung über die Entwickelung der Samenkörperchen bei den Nematoden, wohl die günstigsten Objekte für dergleichen Untersuchungen, hervorgehoben, dass der Kern eine wichtige Rolle spiele, sich durch seine Grösse und sein eigenthümliches morphologisches Verhalten auszeichne, dass ferner auch

das Kernkörperchen, wie es scheint, charakteristische Veränderungen erleide; ja man darf wohl Kölliker darin beistimmen, dass diese Theile bei der Befruchtung vielleicht die wichtigste Aufgabe zu erfüllen haben. Dennoch vermag Ref. nicht, sich auf den Standpunkt Kölliker's zu stellen und in den Zoospermien gewissermaassen emanzipirte und selbstständig gewordene Kerne von Zellen zu sehen. Bei den Nematoden, namentlich auch bei den Ascariden, die Ref. noch in diesen Tagen unter Händen gehabt hat, ist es ganz unzweifelhaft, dass die eigenthümlich geformten Kerne je einzeln einer Zelle angehören. Die Zellmembran ist sehr leicht zerstörbar, namentlich auch durch Druck, und die freien Kerne mit Spuren eines flockigen Anhanges liegen dann zu Tage und können durch Pressung eigenthümliche, bei *Ascaris mystax* köcherartige Formen erhalten, wie sie namentlich auch von Meissner als natürliche Formen beschrieben worden sind. Auf der anderen Seite gelingt es aber, die unversehrten Zoospermien mit ihrer Zellmembran mitten unter den Eiern im Uterus ganz deutlich zu erkennen; Ref. hat bei glücklichen Präparationen nicht eine einzige zerstörte Zelle gesehen. Unter solchen Umständen ist es wenigstens für die Nematoden unstatthaft, von Zoospermien zu sprechen, die nur als Kerngebilde anzusehen seien. Aber selbst für den Fall, dass die sog. geschwänzten Samenkörperchen mit ihrem Körper und sogar mit dem fadenförmigen Anhange nur als metamorphosirte Kerne angesehen werden müssten, und ferner wenn selbst dieser Kern nach Form und Mischung bei der Befruchtung eine Hauptrolle spielte, so wäre es dennoch, nach des Ref. Ermessen, nicht erlaubt, das Verhältniss der Kerne zu der Zelle, wie es sich überall kundgiebt, zu vergessen und hier namentlich die Beziehung des geschwänzten Kernes zu seiner Zelle, als eines integrirenden Bestandtheiles derselben, zu vernichten. Dass eine solche unveräusserliche Beziehung des gewöhnlich sogenannten Samenkörperchens zu einer Zelle auch bei den Wirbelthieren ursprünglich gegeben sei und vorliege, lassen auch die gegenwärtigen Beobachtungen Kölliker's unzweideutig hervortreten. Aus dem Umstande, dass es bei dem eigentlichen Befruchtungsakt, d. h. bei der Vermischung des männlichen Keimstoffes mit dem weiblichen in dem entwikkelungsfähigen Keim des befruchteten Eies, weniger auf die Form als auf die Substanz ankommt, und dass ferner für diese Vermischung der unmittelbare Kontakt des männlichen Keimstoffes mit dem Eie nothwendig ist, lässt sich, wie es dem Ref. scheint, ungezwungen die leichte Zerstörbarkeit der „Samenzelle", desgl. die grössere Beständigkeit und eigenthümlichen Formverhältnisse des Kerns der Zelle, welcher vorzugsweise den männlichen Keimstoff enthält, verständlich machen. Das Samenkörperchen ist demnach streng genommen

eine gekernte Zelle; der bei dem Befruchtungsakt besonders betheiligte Bestandtheil derselben ist der durch seine Mischung und Formverhältnisse ausgezeichnete Kern, der nach Zerstörung der Zelle gewöhnlich das Samenkörperchen genannt wird. In dieser, wie Ref. glaubt, naturgemässen Auffassung der Sache kann auch nicht von einem Freiwerden des gewöhnlich sogenannten Samenkörperchens in dem Sinne gesprochen werden, wie wenn ein Embryo sich seiner Hüllen entledigte; der Kern der Zelle wird frei in Folge der leichten Zerstörbarkeit der Zellmembran. Ref. würde auf diese Distinctionen nicht ein so grosses Gewicht legen, wenn es sich nicht darum handelte, den Grundgedanken in der Lehre von der Zelle zu wahren, dass der Kern als integrirender und unveräusserlicher Bestandtheil der Zelle aufzufassen sei. Um diesen Grundgedanken zu zerstören und neben der Zelle noch einen anderen Körper, nämlich den Kern, von gleicher Bedeutung für die organische Schöpfung aufzustellen, dazu bietet die Entwickelungsgeschichte der gewöhnlich sogenannten Samenkörperchen keine Anhaltspunkte dar.

Ueber das Verhalten der Samenkörperchen gegen gewisse Reagenzien haben auch Moleschott und Richetti einige Beobachtungen mitgetheilt. (Ueber ein Hülfsmittel ruhende Samenfäden zur Bewegung zu bringen. Wien. med. Wochenschrift, 1855, No. 18.) Als das geeignetste Mittel, ruhende Samenkörperchen aus dem Nebenhoden des Ochsen, sogar 2—4 Tage nach dem Tode des Thieres, in Bewegung zu versetzen, wird eine Lösung von kohlensaurem oder phosphorsaurem Natron 5 pCt. angegeben. Eine ähnliche Wirkung haben auch Glaubersalz und eine diluirte Kochsalzlösung (1 pCt.). Weniger günstig zeigen sich die Kalisalze.

Ueber die Entwickelung der Samenkörperchen bei *Torrea vitrea* hat de Quatrefages Beobachtungen angestellt. (Ann. d. scienc. nat.; IVe Sér. Tom. II, 1854, p. 152.) In der Flüssigkeit der allgemeinen Körperhöhle dieser Annelide flottirt der Same mit seinen Körperchen in allen Graden der Entwickelung. Man erkennt anfangs ganz durchsichtige, wie es scheint, homogene und hüllenlose (?R.) Massen von eiförmiger Gestalt. Ihre Länge beträgt bis $^1/_{16}$ Mm., die Breite $^1/_{23}$ Mm. An diesen Massen nahm der Verf. Erscheinungen wahr, die vollständig an den Furchungsprozess des befruchteten Bildungsdotters erinnerten. Nachdem auf diese Weise die ganze Substanz in eine Menge kleiner Kügelchen zerfallen war, beginnt an den letzteren die allmälige Entwickelung der geschwänzten Samenkörperchen, die anfangs in Bündeln zusammenhängen. Der französische Gelehrte protestirt natürlich gegen jede Anwendung der Zellenlehre. — In demselben Bande der Annalen (p. 202 sq.) finden sich auch einige Beobachtungen über die Entwickelung der Samenkörperchen

bei den *Lamellibranchiata* von Lacaze-Duthiers. Wir entnehmen daraus nur die Mittheilung, dass in den Acini und Röhren des Hodens die Zellen, welche an der Entwickelung der Samenkörperchen betheiligt sind, unmittelbar an der Wandung anliegen, und dass die reifen Samenkörperchen das Centrum der Höhlen innehalten. Auch diesem Gelehrten ist es mehr darum zu thun, in der Entwickelung der Samenkörperchen einen Secretionsprozess in der Goodsir'schen Auffassung nachzuweisen, als die Erfahrungen über die Zelle in Anwendung zu bringen.

Epithelien.

Die Beschaffenheit der Grundfläche an den cylindrischen, flimmernden und flimmerlosen Epithelialzellen ist fortdauernd der Gegenstand wissenschaftlicher Kontroversen gewesen. Einige Beobachter, namentlich auch Henle, sahen die Zellmembran an dieser Stelle verdickt; andere Forscher und auch Ref. haben eine solche Verdickung in Frage gestellt; an der Basis der Epithelialzellen des Darmkanals ist sogar die Existenz einer Membran gänzlich geleugnet worden. Gegenwärtig ist unsere Aufmerksamkeit von neuem durch Kölliker und Funke auf die mikroskopische Beschaffenheit der Basis der Epithelial-Cylinder des Darmkanals geleitet. Schon Gruby und Delafond (Compt. rend. du 5. Juin 1843) sprechen, wie dieses Kölliker in seiner Abhandlung hervorhebt, von Cilien, die an dem Darmepithel des Hundes sichtbar seien. Funke ist bei seinen Versuchen über den Durchgang des Fettes durch das Darmepithel (Zeitschr. f. w. Z. Bd. VII, p. 322) durch die mikroskopische Beschaffenheit jenes breiten glashellen Saumes, der im Profil an der Zellenbase bei drei Kaninchen sichtbar wurde, förmlich überrascht worden; der Saum erschien quergestreift und nahm sich gerade so aus, als ob die Basis mit Cilien versehen sei, die unter einander verklebt wären. Obgleich nun an einigen Zellen der Saum auf das Deutlichste in ein Büschel divergirender, mit den Spitzen von einander abstehender, blasser Stäbchen oder Härchen sich auflösete, so war doch an die Existenz eines wirklichen Flimmerepitheliums nicht zu denken, weil eine Bewegung dieser Stäbchen auf keine Weise erkannt werden konnte. Von der Fläche betrachtet zeigte sich die Basis der Cylinder den Streifen entsprechend dunkel punktirt. Ueber die Bedeutung der ganzen Erscheinung wagt es der Verf. nicht, sich auszusprechen, und fügt namentlich hinzu, dass es zu voreilig wäre, jetzt schon anzunehmen, dass die dunklen Streifen die Ausdrücke feiner Porenkanälchen seien, welche senkrecht den Zellendeckel durchsetzen und vielleicht die Wege für eindringende Fetttröpfchen darstellen.

Unabhängig von Funke hat Kölliker denselben Gegenstand untersucht (Verhand. der phys.-med. Ges. zu Würzb. Bd. VI, p. 253 sq.). Die Cylinder-Epithelzellen des Dünndarms von Säugern, Vögeln und Amphibien besitzen nach dem Verf. an der der Darmhöhle zugewendeten Basis eine verdickte Wand. Unter günstigen Verhältnissen und mit guten Mikroskopen ist an derselben unzweifelhaft eine feine Querstreifung zu erkennen, die sich auch von oben, doch nur beim Kaninchen ganz sicher, als eine äusserst feine Punktirung wahrnehmen lässt. Die frische Darmzelle oder, wenn man die Zellen isolirt erhalten will, eine solche, die $^1/_2$—2 Stunden nach dem Tode des Thieres zur Untersuchung genommen wird, kann am zweckmässigsten mit Galle, Serum, dünnem Eiweiss, NaCl von $^1/_2$—1 pCt., 2NaO, HO, PO_5 von 5 pCt. befeuchtet werden. Beim Kaninchen beträgt die Dicke des Saumes 0,0005—0,0008‴; die Breite der feinen Streifen wird auf 0,0001—0,0002‴ berechnet. Die verdickte, streifige Zellenwand quillt im Wasser und verdünnten Solutionen um das Doppelte und mehr auf, wird äusserst deutlich streifig und zerfällt anscheinend in einzelne Fäserchen, so dass die Zellen wie Flimmerzellen aussehen. Die Zerklüftung der streifigen Zellenwand schreitet von aussen nach innen vor, so dass dieselbe oft wie mit isolirten Zäpfchen oder Wärzchen besetzt erscheint. An kuglig aufgequollenen und erblassten Epithelzellen sah der Verf. bei heftigerer und längerer Einwirkung von Wasser eine Veränderung an der verdickten Zellenwand auftreten, auf welche Ref. ganz besonders hinzuweisen sich veranlasst sieht; die streifigen Säume lösen sich von aussen nach innen allmälig auf und fallen ab, so dass schliesslich von dem ganzen dicken Saum nur eine zarte Lage zurückbleibt, welche sich hinsichtlich der Dicke nicht mehr von der übrigen Zellwand unterscheidet. Ausserdem bringt Wasser namentlich zwei Veränderungen an den Zellen des Darms hervor: einmal treibt dasselbe helle Schleimtropfen aus den unverletzten Zellen heraus (die bekannten Eiweisstropfen R.), und zweitens hebt es auch oft die verdickte Membran in toto ab. Der streifige Epithelialsaum findet sich bei den herbivoren Säugern, desgleichen bei den Amphibien und Vögeln nur im Dünndarm; bei den carnivoren Säugern und beim Menschen sind Spuren davon auch im Dickdarm zu bemerken. Deutlich verdickte Membranen an der Basis der Epithelial-Cylinder des Dickdarms sind bei Hunden und Katzen stets vorhanden; sie sind vom Verf. selbst an den Eingängen der schlauchförmigen Drüsen dieses Darmtheiles beobachtet worden, doch die Streifung war nicht so deutlich. Das Epithel der Fische (Karpfen) zerfällt so leicht und bald nach dem Tode, dass Kölliker keine genügenden Resultate erlangte. Dagegen liessen sich bei *Oniscus murarius*, *Glomeris*, bei Stuben- und Schmeissfliegen verdickte Wände an dem

Darmepithel nachweisen; die Streifung jedoch war auch hier nicht deutlich. Desgleichen zeigte die über das Darmepithel dieser Thiere ausgespannte dünne Chitinhaut nicht eine Spur von Poren. Nach dieser Thatsache glaubt Kölliker, dass die Streifen in den beschriebenen verdickten Zellenwänden des Darmepithels für Porenkanäle anzusehen seien, und dass diese Porenkanälchen in eine directe Beziehung zur Fettresorption oder überhaupt zur Stoffaufnahme und Abgabe der Zellen gebracht werden könnten. In derselben Abhandlung ergreift der Verf. zugleich die Gelegenheit, seine frühere Ansicht über die zwischen den übrigen Zellen des Darmepithels zerstreut vorkommenden, bekannten keulenförmigen Epithelialzellen zurückzunehmen. Nach seinen neueren Untersuchungen sind diese Zellen mit Donders für solche zu halten, die in der Regeneration begriffen sind. Diese Zellen erhalten zwei Kerne, bersten dann und entleeren den einen Kern und einen Theil des Inhaltes, während der Rest durch die benachbarten Zellen komprimirt wird und sich zu einer gewöhnlichen Zelle regenerirt. Die Berstung soll an der Basis oder vielmehr am oberen Ende erfolgen, woselbst ein deutliches Loch sichtbar sei.

Das Interesse, welches die Mittheilungen Kölliker's und Funke's über die gestreiften Epithelialsäume des Darms darbieten, hatten den Ref. veranlasst, den hiesigen Studirenden Herrn Meckel zu einer Untersuchung des Darmepithels im physiologischen Institute aufzufordern. Obgleich nun diese Beobachtungen noch nicht zu Ende geführt sind und die Resultate derselben an einem anderen Orte veröffentlicht werden sollen, so mag Ref. doch hier nicht die Bedenken zurückhalten, welche sich namentlich dagegen geltend gemacht haben, dass der sogenannte Epithelialsaum als eine wirkliche Verdickungsschicht der Zellmembran an Ort und Stelle anzusehen sei. Es hat sich nämlich gezeigt, dass der Epithelialsaum unter Umständen an mehreren Zellen zugleich sich abhebt, wobei letztere an der Basis ebenso kontourirt zurückbleiben, wie an der übrigen Oberfläche der Zelle. Auch wurde beobachtet, dass der Epithelialsaum an einigen Exemplaren derselben Spezies, bei Anwendung derselben Kautelen während der Beobachtung, gänzlich fehlte. Endlich wäre noch hervorzuheben, dass der Epithelialsaum von ganz gleicher Beschaffenheit und demselben Verhalten zuweilen auch und zwar nach dem Verluste der Cilien, an den flimmernden Cylinderzellen der Bronchialschleimhaut auftrat. Die Erscheinungen des Epithelialsaumes sind namentlich von Kölliker so getreu geschildert, dass jeder Beobachter sie leicht wiedererkennt; hinsichtlich der Deutung derselben lassen sich jedoch noch andere Wege einschlagen, auf welchen man nicht geradehin auf die Existenz von Porenkanälchen geführt wird.

Aus H. Finck's physiologischen Studien über das Darm-

epithel besonders der Katze entnimmt Ref. folgende Notizen. (Sur la physiol. de l'épithelium intestinal. Thes. etc. prés. par H. Finck. Av. I pl. Strasb. 1854. — Schmidt's Jahrb. Bd. 88, Jahrg. 1855, p. 3.) Zwischen den Zellen fand der Verf. bisweilen Pflasterepithelium. Ueberall, wo Galle im Darmkanal anwesend war oder kurz vorher eingewirkt hatte, wurde eine Art Zerstörung des Epitheliums beobachtet. Die Enden der Zellen und die Räume zwischen ihnen waren von einer pulpösen Schicht bedeckt und die Zellen des Epitheliums in Unordnung gerathen. Bei einer seit mehreren Tagen fastenden Katze hatten die des Epitheliums beraubten Zotten eine Länge von 1,5 Mm. und eine Dicke von 5,9—9,4 Centimill. Dieselben Zotten vom Epithelium bedeckt hatten einen Querdurchmesser von 24,4—16,2 C.-Mm., woraus die bedeutende Dicke des Epitheliums sich ergiebt. Die Dicke der Epithelialschicht war an der Spitze der Zotte stets beträchtlicher als an den Seitenflächen. Neben den gewöhnlichen Epithelial-Cylindern unterscheidet der Verf. noch zwei Formen: sehr helle, blasse, röthlich schimmernde Kugeln (Eiweisstropfen? R.), die nicht Kunstprodukte sein sollen, und das sog. Epithel. capitatum. Wird das Darmepithel mit dem Chymus, der künstlich bereitet war, in Berührung gebracht, so wurde das Epithel stets konsistenter und weniger durchscheinend; eine Verdickung des Epithels war dabei nicht eingetreten; doch ergab die angestellte Wägung Zunahme an Gewicht. Wurde Chymus in den rechten Bronchus und in die Harnblase einer frisch getödteten Katze eingespritzt, so stellte sich obige Veränderung an dem Epithelium nicht ein. Die Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen sind kürzer als die Epithelial-Cylinder des freien Darmepithels.

Den allmäligen Uebergang des Darmepithels in die Epidermis am After beschreibt Harpeck (De polypis recti; diss. inaug. Vratislav. 1855, 8o, Tab. II. adj., p. 25). Ref. kommt später auf diese Abhandlung zurück.

Durch C. Eckhard ist die Aufmerksamkeit der Histologen von neuem auf das Epithelium der Nasenschleimhaut namentlich in der Regio olfactoria geleitet worden. (Beiträge zur Anat. u. Phys. Heft I, p. 79—84, Giess. 1855, 4o.) Der Ref. bestätigt zunächst, was den Lesern dieses Archivs aus den in diesen Berichten mitgetheilten Beobachtungen des Ref. vor zwei Jahren bekannt ist, dass beim Kaninchen auch die Reg. olf. Cilien tragendes Epithelium besitze. Beim Frosch ist das Flimmerepithel dieser Gegend nach dem Verf. durch die ausserordentliche Länge und Feinheit ausgezeichnet und soll in besonderer Beziehung zu der Endigungsweise des N. olfactorius stehen. Wird die Nasenschleimhaut des Frosches mit einer nicht zu diluirten Lösung von saurem chromsaurem Kali eine Stunde lang behandelt und je nach Umständen das Epithel allein oder mit dem Substrate zur Untersuchung be-

nutzt, so zeigt sich nach dem Verf. Folgendes. In der oberflächlichen Schicht des Substrates verlaufen zahlreiche Gefässe nnd die grösseren Aeste des N. olfactorins; die tiefere Schicht enthält eine grosse Menge mit vielen und sehr zarten Fortsätzen versehene Körper, von denen sich nicht ermitteln liess, ob sie die „von Valentin angegehenen, von Kölliker jedoch nicht beobachteten Ganglienkugeln" oder die Bindegewebskörper anderer Histologen seien (R.!). Das Epithel selbst soll aus einer oberen Zellen- nnd einer tieferen Körnerlage bestehen. Jede Epithelialzelle „trägt" oder wohl besser geht nach dem Verf. gegen das Substrat hin in einen sehr langen, mit mehrfachen Biegungen versehenen Faden über. Zuweilen läuft der Faden, der eine Länge von 0,07 bis 0,09 Mm. erreicht, in zwei oder mehrere äusserst feine Spitzen ans und scheint wohl anch mit einem Kern in Verbindung zn stehen. Zwischen diesen „Fäden tragenden Zellen" befindet sich ein zweites System von Fasern. Dieselben sind feiner als die Fäden der Epithelial-Cylinder, besitzen einen Kern und legen sich, nach der Oberfläche des Epithelium hin, an den Zellenkörper der „Fäden tragenden Epithelialzellen" an. Zuweilen tritt eine solche Faser mit 2 und mehr Kernen in Verbindung. Diese Kerne sind es, welche die Körnerlage des Epithelinms bilden. Es kommen endlich bei Untersnchung des Epithels noch eigenthümliche, kernhaltige Fasermassen vor, welche grosse Aehnlichkeit mit den feineren Aesten des Olfactor. haben; dieselben gehören jedoch, wie sich der Verf. überzeugte, den in die Schleimhaut eingebetteten Drüsen an. Eine anatomische Verbindnng zwischen den pinselartig endigenden Aesten des N. olf. und den vom Verf. beschriebenen Bestandtheilen des Epithels in der Reg. olfact. ist nicht nachgewiesen. Dennoch stellt der Verf. die Hypothese auf, dass die Epithelialzellen oder die zwischen ihnen gelegenen, stumpf endigenden Fasern die wahren Enden der Geruchsnerven seien, indem er sich dabei auf die analogen Erfahrungen (?R.), welche über die Endigung des N. opticus nnd acusticus gemacht worden sind, und anf einige andere Gründe stützt. — Die Ansicht Eckhard's ist bereits von namhaften Forschern mehr oder weniger modifizirt bestätigt worden; Ref. erlaubt sich auf eine genaue und tüchtige Arbeit hinznweisen, die in Kurzem als Inaugural-Abhandlung zn Berlin erscheinen wird. Herr Hoyer, den die Leser des Archivs ans seinen Beobachtungen über die Entwickelung der Eifollikel bei den Vögeln kennen gelernt haben, hat es übernommen, die anatomischen Verhältnisse der Riechschleimhaut mit Rücksicht auf die angeregte Kontroverse einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Die von ihm gewonnenen Resultate sind gegen die Ansicht Eckhard's und Anderer ausgefallen.

Ueber das Epithelium an den freien Flächen des Cen-

tralnervensystems und der Dura mater haben wir durch Luschka folgende Mittheilungen erhalten (Die Adergeflechte des menschlichen Gehirnes. Berliu 1855 mit 4 Tafeln in 4o, p. 20, 68, 90 sq. und 121 sq.). Das Epithelium der Arachnoidea, das durch Abschaben gewonnen wurde, besteht scheinbar vorwiegend nur aus länglich runden, melonenkernähnlichen, glatten, fein granulirten Körperchen, von etwa 0,008 Mm. Länge und 0,006 Mm. Breite. Diese Formelemente erscheinen in eine höchst feine Molekularmasse wie eingestreut. An Präparaten möglichst frischer Leichen kann man sich überzeugen, dass jene Kerne Zellen angehören, deren Wandungen ihrer ausserordentlichen Feinheit wegen dem Blicke sich entziehen und alsdann den Schein darbieten, als wäre der feinkörnige Inhalt eine frei zwischen den Kernen liegende Masse. Uebrigens soll nach dem Verf. sowohl hier als auch an anderen Orten zwischen den Zellen des Epitheliums Intercellularsubstanz sich vorfinden (? R.). Nach Luschka nämlich soll dieses mit dem Bildungsgange des Epitheliums übereinstimmen, indem erst Kerne aus dem Blastem hervorgehen, um welche sich dann eine feinkörnige Masse niederschlage, die schliesslich von einer strukturlosen Membran begrenzt werde. Ein Stehenbleiben auf der früheren Stufe, d. h. auf derjenigen der blossen Umlagerung der Kerne ohne Zellmembranbildung, soll nun sowohl hier wie anderwärts nicht selten vorkommen (? R.). Das Epithelium der Arachnoidea konnte sowohl am parietalen als am visceralen Blatte, namentlich auch an dem über die Hirnfurchen ausgespannten Theile nachgewiesen werden; wo Bänder sich vorfinden, werden diese von allen Seiten von Epithelium überzogen. — Das Epithelium des Ependyma beim Fötus und Neugebornen und selbst einige Jahre nach der Geburt ist ein durch die Zartheit seiner Formelemente und durch die grosse Geneigtheit zum Zerfallen ausgezeichnetes Flimmerepithelium. Die Zellen haben meist eine sehr deutlich konische Gestalt von 0,015—0,022 Mm. Länge und 0,004 bis 0,008 Mm. grösster Breite, und einen länglich runden, scharf kontourirten Kern mit Kernkörperchen. Selten zeigt sich das verjüngte Ende fadenförmig ausgezogen, viel gewöhnlicher ist es breit, bald abgerundet, bald quer oder schräg abgeschnitten. In der Rautengrube sah der Verf. wiederholt Flimmerzellen, deren angeheftetes Ende in zwei, verschieden gestaltete Fortsätze auslief. Das freie Ende dieser Zellen, der Träger der Cilien, ist — nach dem Verf. — „fast immer durch einen dunkleren, etwas gewulsteten, übrigens für sich unmessbar feinen Saum“ umgeben. Die äusserst feinen, blassen Cilien erreichen meist den vierten Theil der Länge des Zellenkörpers. Wie beim Pflasterepithelium soll auch am Flimmerepithelium des Ependyma stellenweise eine Verschmelzung der Zellen eintreten und so ein flimmerndes Häutchen

gebildet werden. Bei Erwachsenen ist das Flimmerepithelium gewöhnlich verschwunden und durch eine andere Art von Zellen ersetzt. Dieser Wechsel schreitet verhältnissmässig sehr langsam vorwärts, so dass auch selbst noch beim Erwachsenen Spuren des ursprünglichen Epitheliums vorgefunden werden. Am häufigsten erhält sich dasselbe in der Rautengrube, überhaupt im vierten Ventrikel, obschon durchaus nicht regelmässig. An drei durch das Fallbeil hingerichteten Männern zeigten sich nur einzelne kurze, mit Cilien besetzte Cylinderchen auf der Rautengrube und an der unteren Fläche des Vel. med. sup.; desgleichen am vorderen Umfange der Zirbel. Sonst überall fand sich ein gut ausgeprägtes Pflasterepithelium vor. Die Plättchen besassen eine durchschnittliche Breite von 0,014 Mm., hatten eine bald mehr rundliche, bald mehr polygonale Form und enthielten einen deutlichen, feinkörnigen, mit Kernkörperchen versehenen Nucleus. Bei weitem die meisten Zellen waren bis auf den Kern ganz hell, fast homogen; andere boten ein fein granulirtes Ansehen dar. Obgleich fast durchgehends die einfache Schichtung der Zellen unverkennbar war, so kamen doch auch Stückchen vor, in welchen unter den ganz hellen Zellen noch eine Anzahl dunklerer und etwas kleinerer verborgen lagen. Bei den gewöhnlichen Leichen findet man selten wohlerhaltenes Pflasterepithelium vor. In den durch Abstreifen gewonnenen Präparaten machen sich am meisten die länglich runden, durchschnittlich 0,008 Mm. messenden Kerne bemerkbar, die in einer feinen Molekularmasse eingelagert sind. Daneben erkennt man rundliche und eckige Zellen von 0,012—0,016 Mm. Breite und zarten Kontouren. Die Epithelialzellen der Adergeflechte bilden einen leicht abstreifbaren, unmittelbar auf der strukturlosen Grenzlamelle der Zellen ruhenden Ueberzug, dessen Elemente so lose neben einander liegen, dass sie bei der geringsten Störung auseinanderfallen. Das Epithelium soll wenigstens stellenweise aus zwei bis drei Schichten bestehen. An ganz frischen Präparaten, die von Hingerichteten oder eben getödteten Thieren entnommen worden, sah der Verf. auf der freien Fläche des Epitheliums eine grosse Menge ganz heller, rundlicher Zellen, welche häufig keinen oder einen sehr blassen Kern besitzen, und ausserdem zahlreiche, kreisrunde oder länglich runde, homogene, glasartig helle, höchst zart kontourirte Tropfen (Eiweisstropfen? R.), die sich öfters vom Epithelialüberzuge ablöseten und flott wurden. Die darunter liegenden Zellen des Epitheliums besitzen meist eine polygonale Form und ein zart körniges Ansehen; ihr Durchmesser beträgt 0,012—0,016 Mm. Diejenigen, welche auf der grössten Konvexität der Läppchen an den Adergeflechtzellen aufsitzen, zeigen, der Unterlage entsprechend, concave Flächen. Im Allgemeinen erinnern die Zellen hinsichtlich ihrer Form an die Leberzellen,

indem sie meist keine reine Plättchengestalt darbieten und in den Winkeln und Flächen variiren. Sie besitzen einen noch körnigen Inhalt und einen in der Regel central gelagerten, rundlichen, 0,004—0,006 Mm. grossen Kern. Ausserdem findet sich, fast ausnahmslos bei Erwachsenen, seitlich vom Kern ein rundliches, dunkles, glänzendes, blass bräunliches oder braunröthliches Körperchen von 0,002 Mm. im Durchmesser vor. Der Verf. hält das zuletzt erwähnte Körperchen nicht für ein Fetttröpfchen, sondern bringt dasselbe mit einem anderen Gebilde der Zellen in Verbindung, das namentlich bei älteren Personen angetroffen wird. Dieses allerdings sehr räthselhafte Gebilde stellt einen scharf kontourirten, mit einem Knötchen an einer Stelle versehenen Ring oder einen stäbchenartigen, in der Mitte aufgetriebenen oder mit einem rundlichen Körnchen versehenen Körper dar. In letzterer Form kommen Variationen vor, indem das Stäbchen grad ist oder mehr oder weniger gekrümmt, so dass die spitz auslaufenden Enden sich kreuzen. Es liegen diese Ringe und Stäbchen, so lange sie klein sind, neben dem Nucleus, grade da, wo sonst das dunkle, glänzende Körperchen seinen Sitz hat; bei ihrer Vergrösserung aber gewinnen sie öfters eine solche Ausbreitung, dass von ihnen der Zellenkern und ein Theil des Zellinhaltes umfasst wird. Nicht selten finden sich diese Gebilde auch ganz frei neben den Zellen — namentlich bei abgeschabten Epithelien. In Bezug auf ihre lichtbrechende Eigenschaft und ihre Resistenz gegen chemische Reagenzien gleichen sie sehr dem elastischen Gewebe. Der Verf. ist der Ansicht, dass sie aus einer Metamorphose des neben dem Kern in den meisten Epithelialzellen sichtbaren, dunkleren Körperchens hervorgehen, welches möglicherweise ein verändertes primäres Kernkörperchen darstelle. Unter den mannigfaltigen Abweichungen, welche die Epithelialzellen der Gefässplexus zeigen, fand Luschka auch die von Henle zuerst beschriebenen mit den stachligen Fortsätzen vor. Doch sind diese Fortsätze nicht, wie es Henle angiebt, gegen das Substrat gerichtet, sondern in die spaltförmigen Interstitien zwischen nachbarlichen Zellen hineingeschoben. Nur beim Neugebornen, und zwar am Adergeflecht der vierten Hirnhöhle, wurden Zellen beobachtet, die Spuren von Flimmerhärchen zu tragen schienen. Das Epithelium der Adergeflechte ist gegen verschiedene Reagenzien sehr empfindlich. Zusatz von Wasser erzeugt in den hellen Zellen einen feinkörnigen Niederschlag und bei längerer Einwirkung ein Zerfallen der ganzen Zelle in eine zarte Molekularmasse, in welcher nur der Kern unverändert geblieben. Aetzkali zerstört nach einiger Zeit alle Bestandtheile der Zelle mit Ausnahme jenes dunklen, glänzenden Körperchens, welches selbst der Schwefelsäure, Salpetersäure, dem kalten und heissen Weingeist den kräftigsten Wi-

derstand leistet. — In dem Centralkanal des Rückenmarks, das der frischen Leiche eines gesunden Selbstmörders entnommen war, fand der Verf. ein Epithelium, welches aus rundlichen (kreisförmigen? R.), glatten, nucleusähnlichen Körperchen gebildet wurde, die in eine feine Molekularmasse ohne alle Ordnung eingebettet waren. In anderen Fällen soll der Centralkanal des Rückenmarks bei Erwachsenen in der Art obliterirt sein, dass seine Lücke durch Bindegewebe, Epithelialtrümmer und Corpora amylacea erfüllt werde.

Die mikroskopische Beschaffenheit des Epitheliums auf den serösen Oberflächen der grossen Höhlen des menschlichen Körpers beschreibt, unter Anleitung Reissner's, Taube. (De membran. seros. in cavis magnis corp. hum. obviis. Diss. inaug. Dorpati 1855.) Das Epithelium der serösen Oberfläche an der Dura mater des Schädels und der Wirbelsäule wird aus polyedrischen, plattgedrückten Zellen gebildet, deren längerer Durchmesser 0,005—0,007‴ beträgt; der eiförmige oder rundliche Kern hat einen langen Durchm. von 0,003—0,004‴. Die Kontouren der Zellen sind öfters undeutlich; bisweilen schienen mehrere Schichten von Zellen über einander zu liegen. Der längste Durchmesser der Zellen des ähnlich beschaffenen Epitheliums der Pia mater des Gehirns und Rükkenmarks beträgt 0,0061—0,0082‴; der breite Durchmesser der länglichen, granulirten Kerne mass 0,002—0,004‴.

Die Existenz von Fortsätzen an den Epithelialzellen der Plexus choroidei wird geleugnet. Der grösste Durchmesser der Zellen des Plattenepitheliums der Pleura beträgt 0,004 bis 0,008‴; der grössere Durchmesser der länglichen Kerne erreicht die Grösse von 0,0013—0,0041‴. Das Epithelium des Pericardium besteht gleichfalls aus einem einfachen Plattenepithelium, deren Zellen einen Durchmesser von 0,004—0,006‴ besitzen. Die Zellen des auf der serösen Oberfläche der Bauchhöhle (Pars parietalis) sich ausbreitenden Plattenepitheliums erreichen einen längeren Durchmesser von 0,012‴; der Durchmesser der rundlichen Kerne beträgt 0,004‴. Der grösste Durchmesser der Epithelialzellen auf der freien Oberfläche der Organe, Bänder und Fortsätze in der Bauchhöhle beträgt 0,0041—0,012‴, derjenige des gewöhnlich centralen Kernes 0,0012—0,0041‴. Dieselben morphologischen und Grössen-Verhältnisse der Epithelialzellen kehren an der serösen Oberfläche des Hodens und seiner Umgebung wieder.

Nach Luschka's Untersuchungen soll die Schleimhaut der Oberkieferhöhle ein mehrfach geschichtetes Epithelium besitzen. Die oberste Schicht besteht aus konischen, bisweilen sehr lang gestreckten „Wimperkörperchen", während in der Tiefe kreisrunde und längliche Zellen angetroffen werden. (Ueber Schleimpolypen der Oberkieferhöhle; Archiv für patholog. Anat. und Phys. Bd. VIII, p. 420.)

Dursy fand die glatten, mit einander in Kontakt stehen-

den Scheidewände der grösseren Fettgruppen der Fusssohle, namentlich in der Fersen- und Fussballengegend, mit einem Epithelium bedeckt. Wirkliche geschlossene Bursae mucosae, denen jene glatten Wände angehörten, waren nicht nachzuweisen. Wenn man aber die genannten Bindegewebslamellen mit dem Messer abschabte, so erhielt man zart kontourirte, etwas körnige Plättchen mit länglichen Kernen, zu weilen auch ganze Partieen membranartig zusammenhängender Plättchen. In manchen Fällen lagen die Kerne in einer fein granulirten Masse, welche nur hie und da Andeutungen von Zellenkontouren gewahren liess. Auch an der Hand, in der Volargegend der Köpfchen der Mittelhand, konnten durch Abschaben des Bindegewebes ähnliche Epithelialplättchen gewonnen werden. (Zeitschr. für rationelle Medizin: Bd. VI der neuen Folge, p. 338 sq.)

In Bezug auf das Epithelium der terminalen Endigungen des Bronchial-Höhlensystems weiset G. Rainey (Critical examinat. of the evidence for and against the presence of epith. in the air-cells of the human lung; British an foreign. med.-chir. Review; Oct. p. 361 sq) auf die bisherigen verschiedenen Angaben der Autoren hin und leugnet schliesslich die Existenz desselben gänzlich. Der Verf. ist der Ansicht, dass die Kerne der Kapillargefässe und andere Bestandtheile des Schleimhautsubstrates die Mikroskopiker getäuscht haben. An Schnittchen aufgeblasener und getrockneter Lungen fehlt allerdings jede deutliche Spur eines Epitheliums (R.). — F. Williams dagegen bestätigt die Anwesenheit eines Pflasterepitheliums daselbst. (Epith. of the air-cells of the hum. lung, Med. Times and Gaz. Oct., p. 361).

Nach Robin (Not. sur l'épith. du corps de l'utérus pendant la grossesse. Gaz. medicin. No. 50) tritt während der Schwangerschaft, worauf T. Bischoff hingewiesen, an Stelle des cylindrischen Flimmerepitheliums flimmerloses und zwar von der Beschaffenheit des Epith. lamellosum. Doch ist letzteres vom zweiten Monat der Schwangerschaft an nur auf einzelne Stellen von geringem Umfange beschränkt. Anfangs fehlen den grossen Zellen des Pflasterepitheliums die Kernkörperchen; sie werden erst im zweiten Monat sichtbar. (Vgl. Henle's Jahresb. vom Jahre 1855, p. 27.)

Ueber das Verhalten der Epithelien bei *Cyclas cornea* giebt Leydig folgende Mittheilungen (Müll. Arch. 1855, p. 47 sq.). Die Gehörkapsel ist deutlich von cylindrischem Flimmerepithelium ausgekleidet. Der Durchmesser des Kerns der Zellen beträgt 0,006'''; die Cilien tragende Wand bildet einen hellen Saum. Aehnlich verhält sich die Gehörkapsel bei *Unio* und *Anodonta*. Im Darmkanal finden sich an einigen Stellen grössere flimmernde Cylinderzellen, an anderen kleinere mit feinen Cilien versehene. Auch der Inhalt der Zellen ist nicht gleichmässig beschaffen; bald ist die Zelle mit dunkler Punkt-

masse, bald mit grösseren Fetttropfen und braunen Körnern gefüllt. In Betreff des secernirenden Epitheliums in den länglichen Follikeln der Leber bestätigt der Verf. die schon von H. Meckel nachgewiesenen wimpernden Cilien an der freien Fläche. An jeder Kiemenrinne der Kiemenblättchen unterscheidet Leydig flimmernde Zellen von dreifacher Art: den Grund der Rinne füllen Zellen mit sehr zarten Flimmerhärchen aus; zu den Seiten finden sich starke, hakenförmig arbeitende Cilien, und zwar trägt je eine Zelle immer nur eine Cilie; am freien Rande des Blattes sind die Rinnen von Zellen mit sehr langen (0,012''') aber zarten Cilien bekleidet. In den Nierenschläuchen besitzt das Epithelium sehr feine, eigentlich nur an den Wirkungen sichtbare Cilien, während der Ausführungsgang mit kolossalen Wimpern versehen ist. — Aus der reichhaltigen Abhandlung Leydig's: „Zum feineren Bau der Arthropoden" (Müll. Arch. 1855, p. 376 sq.) hebt Ref. Folgendes hervor. In dem Hautskelet vermag der Verf. kein Epithelialgebilde zu erkennen. Selbst die zellig-polygonale Zeichnung an der freien Fläche der Haut rührt nicht von Epithelial-Plättchen her; denn jeder Versuch, dieselben darzustellen, missglückt. Die Zeichnung ist vielmehr durch linienartige Vertiefungen im Chitinskelet bedingt. Die Configuration dieser Rinnen wechselt bei den verschiedenen Gattungen und an einem und demselben Körper; bald ist sie zellenartig, dann erscheint sie in Wellenlinien, ein anderes Mal stellt sie sich netzartig dar. Ganz in derselben Weise, wie Rinnen in der Struktur des Chitinskelets auftreten, erheben sich andererseits Höcker und Schuppenbildungen. Auch die glashelle Haut im Innern des Darmkanals ist zum Chitinskelet und nicht zu den Epithelialgebilden zu rechnen, obschon sie beim Flusskrebs und anderen Arthropoden eine sehr ausgezeichnete Zellenzeichnung besitzt, die aber als Abdruck der darunter gelegenen Zellen entstehen soll (?R.). Bei *Oniscus murarius* und *Porcellio scaber* ist das unter der Intima gelegene Epithelium des Darms ausgezeichnet. Die meisten Zellen stellen sich als 0,012''' messende Blasen dar, die einen sehr grossen Kern mit einem oder mehreren Nucleoli besitzen. Zwischen diesen Zellen trifft man hie und da noch grössere bis zu 0,72''' im Durchmesser, welche in den abgerundeten Ecken vier Kerne besitzen. Ausserdem zieht sich an der Innenfläche der Zellmembran eine dicke, granuläre Schicht hin, welche radiär streifig erscheint, wie wenn sie von feinen Kanälen durchsetzt wäre. Hinsichtlich der in den Serikterien der Raupen vorkommenden Sekretionszellen bestätigt der Verf. die von H. Meckel entdeckte, sternförmige Verästelung der grossen Kerne. Endlich leugnet Leydig das Vorkommen eines Epitheliums an der Innenfläche der Tracheen.

In den „Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Gor-

diaceen" (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII, p. I sq.) beschreibt Meissner die Epidermis von *Mermis nigrescens* und von *Gordius aquat.* etc. Die Epidermis von *M. nigrescens* hat eine Dicke von $^1/_{900}$''' und lässt keine deutliche Zellenstruktur erkennen. Bei *Gordius* bietet gewöhnlich die Haut eines jeden Individuums ein verschiedenes Ansehen dar, gleichwohl hat man es nur mit den Entwickelungstadien einer ursprünglich gleichbeschaffenen Haut zu thun. Die Epidermis ist nämlich ursprünglich aus kleinen, sechsseitigen, epithelartig abgeplatteten, kernhaltigen Zellen zusammengesetzt, welche sich mit dem Messer oder auch nach Anwendung mit Alkali öfters leicht isoliren lassen. Durch weitere Metamorphose kann sich diese Epidermis durch verschiedene Stadien hindurch zu einer so homogenen, zusammenhängenden Haut umbilden, dass kaum noch schwache Spuren sechsseitiger Felder zu erkennen sind. Zuerst pflegen die Kerne zu schwinden, dann verwischt sich die Kontour zwischen Zellmembran und Inhalt, und die Zelle wird zum flachen Schüppchen, endlich verschmelzen diese Plättchen allmälig unter einander bis zur fast völligen Homogenität der Epidermis. Im letzteren Stadium ist die Epidermis von dem Substrate schwer zu trennen.

Linse und Glaskörper.

Vergleichende Beobachtungen über die Struktur des Glaskörpers bei den Wirbelthieren sind von F. Finkbeiner angestellt. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, p. 230 sq.) Die gewöhnlich angewendeten Mittel, um die Glasfeuchtigkeit zu erhärten, haben sich dem Verf., die Chromsäure ausgenommen, als unbrauchbar erwiesen: so: PbO $\bar{A}$, $KO2CrO_2$, desgleichen Kalium carbonicum und das Gefrieren des Glaskörpers. Die Unbrauchbarkeit der Metallsalzlösungen resultirt aus der Bildung künstlicher Membranen und Niederschläge, sobald sie mit einer Eiweissbildung in Berührung gebracht werden. Ref. erinnert bei dieser Gelegenheit an die künstlichen Membranen, welche durch Anwendung solcher Mittel an der Furchungskugel gebildet werden (Remak), und die gleichwohl ihren Eingang bereits in die Wissenschaft gefunden haben. Als das beste Mittel zur Erhärtung des Glaskörpers empfiehlt Finkbeiner Sublimatlösung. Die Lösung darf nicht zu koncentrirt sein. Nach den Erfahrungen des Verf. wird die tauglichste Solution gewonnen, wenn man eine warme, gesättigte Sublimatlösung krystallisiren lässt und die abgegossene Flüssigkeit beim Gebrauch mindestens mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt. Ein und dieselbe Lösung darf nicht zum zweiten Male angewendet werden, da sich in ihr eine Substanz aus dem Glaskörper löset, welche, wie es scheint, später die erhärtende Wirkung derselben auf den Glaskörper verhindert. Für den menschlichen Glaskörper be-

stätigt der Verf. im Allgemeinen die Angabe Hannover's hinsichtlich der Zusammensetzung aus lauter Sektoren, welche die Glasfeuchtigkeit enthalten. Auch stimmt er mit dem genannten Autor darin überein, dass die Hyaloidea an der Ora serrata sich in zwei Blätter theile, von welchen das äussere mit der M. limitans im Verlauf der Zonula Zinnii verschmelze, dann aber (den Canalis Petitii bildend) von der, mit der vorderen Wand der Linsenkapsel sich vereinigenden M. limitans sich trenne und an die hintere Wand der Linsenkapsel sich ansetze. Das innere zweite Blatt dagegen, nachdem es sich am vorderen Rande der Zonula Zinnii vom äusseren getrennt habe, soll nicht in einiger Entfernung von der Anheftungsstelle des äusseren Blattes an der hinteren Wand der Linsenkapsel sich inseriren, sondern vielmehr hinter letzterer die eigentliche vordere Wand des Glaskörpers bilden, an welche sich zugleich die Sektoren des Glaskörpers befestigen. Wagerechte sowie senkrechte Schnitte können dies Verhältniss klar legen. Bei sorgfältiger Präparation lässt sich ferner die Linsenkapsel ohne Zerstörung des Glaskörpers entfernen und das dahinter liegende innere Blatt der Hyaloidea als vordere Anheftungsstelle der Sektoren nachweisen. Von den Säugethieren untersuchte Finkbeiner den Glaskörper vom Pferde, Schweine, Ochsen, Kalbe, Schafe, Hasen, Kaninchen, Eichhörnchen und von der Katze. Seine Beschreibung weicht insofern von derjenigen anderer Forscher ab, als er die Zahl der eingeschachtelten Säcke beschränkt; bei allen untersuchten Thieren schwankt dieselbe zwischen 7—12. Gerade beim Ochsen, wo die Säcke nach Hannover dicht auf einander folgen sollen, liegt zwischen der Hyaloidea und dem ersten Sack ein Zwischenraum von 1—2'''. Der Canalis hyaloidens, welcher beim Ochsen gewöhnlich mit zwei ampullenartig erweiterten Aesten an der Insertion des Sehnerven beginnt und weiterhin erst einfach wird, erweiset sich nicht allein als Anheftungspunkt der Säcke, sondern die letzteren gehen auch auf den Kanal über und bilden den grössten Theil der Wandung desselben. Auch konnte der Verf. beim Pferde keine Zwischenwände zwischen den Säcken bemerken (Hannover). Von den Vögeln wurden besonders der Haushahn und *Falco buteo* untersucht. Gleichwie Hannover fand der Verf. hier, dass ein oder mehrere Säcke im Glaskörper bis zu dem Punkte gehen, wo das Auge den grössten Durchmesser besitzt (Ora serrata), sich dort einschlagen und an den Kamm inseriren. An der Ora serrata hört die Hyaloidea nicht auf, sondern ihre Fasern drängen sich vielmehr zusammen und bilden ein derbes, starkes, durchsichtiges Blatt in der Ausbreitung der Zonula Zinnii. Ueber das Verhalten der Säcke zum Kamm bemerkt Finkbeiner Folgendes. „Von einer Spitze des Pecten zur anderen spannt sich ein Blatt, das, nachdem dieser aufge-

hört hat, sich als Falte zum Umschlagspunkt der anderen Säcke begiebt und von hier aus sich bis hinter die Linse erstreckt, so dass beim Durchschneiden des Glaskörpers eine plane Wand gebildet wird." (a. a. O. p. 339.) Auch bei den Vögeln inseriren sich die Blätter nicht an der hinteren Kapselwand, sondern es scheint die Zonula Zinnii, wie bei den Säugethieren, ein vorderes Begrenzungsblatt für den Glaskörper abzugehen. Bei den Fischen konnte der Verf. die feinen Schichten Hannover's im Glaskörper nicht unterscheiden. Der Glaskörper scheint vielmehr nur aus einem einzigen Sacke zu bestehen, der von der Hyaloidea gebildet wird.

Aus den Mittheilungen über „die histologische Struktur der einzelnen Theile des Glaskörpers" entnimmt Ref. Folgendes (a. a. O. p. 340). An der hinteren Fläche der vorderen Kapselwand besteht das Epithelium aus ziemlich grossen Zellen mit einem oder zwei runden, granulirten Kernen und Kernkörperchen. Die einzelnen Zellen berühren sich mit ihren Wandungen nicht, sondern scheinen durch eine amorphe Intercellularsubstanz von einander getrennt zu sein. An Stellen, wo das Epithelium weggekratzt ist, gewahrt man steife Fortsätze, die aus der übrig gebliebenen Intercellularsubstanz hervorgehen und in die leer gewordenen Räume hineinragen. Nach des Verf. Ansicht könnte es auch möglich sein, dass die Zellen die Intercellularsubstanz durch die Fortsätze selbst bildeten (? R.). Das Epithelium an der Innenfläche der hinteren Wand der Linsenkapsel besitzt Zellen mit unregelmässigen, oft gezackten Rändern, die gleichfalls durch eine geringe Menge von Intercellularsubstanz von einander getrennt werden. Das von Hannover beschriebene Plattenepithelium der Hyaloidea ist sehr schwer bei Säugethieren, leichter bei den übrigen Geschöpfen zur Anschauung zu bringen. Die Zellen zeichnen sich durch ihre Grösse aus, sind polygonal, meistens sechseckig, haben aber auch oft unregelmässige gezackte Ränder. Die Grösse der Zellen ist am ansehnlichsten an der Eintrittsstelle des Sehnerven; gegen die Ora serrata hin werden sie kleiner, erreichen unter dem Corp. cil. die Grösse der Pigmentzellen und sind hier von anderen Forschern als Pars ciliar. retinae beschrieben worden. Der Verf. hat endlich Epithelium auch an der Aussenfläche der vorderen Wand der Linsenkapsel und zwar als Fortsetzung des so eben beschriebenen Epitheliums der Hyaloidea gesehen, und glaubt selbst, dass die Sektoren beim Menschen von einem feinen, kleinen Pflasterepithelium bedeckt seien. Das Substrat dieser Epithelien oder die Grundsubstanz der genannten Häute, der Linsenkapsel, der Lamellen der Zonula Zinnii, der Hyaloidea, der Sektoren und Säckchen des Glaskörpers soll faseriger Natur sein, und es scheint dem Ref., als habe der Verf. hier jede Streifung im mikroskopischen Bilde ohne Weiteres für den optischen Ausdruck von Fasern ange-

sehen. Die Hyaloidea soll aus einer unzähligen Masse feiner „Elementargewebsfasern“ bestehen, die man oft, besonders bei der Katze, mit der Nadel von einander trennen kann. Die Fäserchen sind unmessbar fein, quellen durch Essigsäure auf, werden durchsichtig und lassen einen lang gezogenen, feinen, dunklen und kürzeren Faden sichtbar werden, der als Kern des Fäserchens angesprochen werden muss. Gegen die Ora serrata hin werden die Fäserchen deutlicher und vereinigen sich allmälig, so dass in der Zonula Zinnii Bündel entstehen, die das Ansehen, den Verlauf, die Breite gewöhnlicher Bindegewebsbündel besitzen. Bei dem Uebergange der beiden Lamellen der Zonula Zinnii auf die Wandungen der Linsenkapsel werden die Bündel und Bänder wieder in ihre feinen, früheren Elementarfasern aufgelöst und bilden so die Hauptmasse der hinteren und vorderen Kapselwand selbst. Dieselben Fasern, wie in der Hyaloidea, wurden auch in dem Substrat der Sektoren des menschlichen Glaskörpers vorgefunden, so dass dieselben aus 3 Schichten, aus den beiden epithelialen Membranen und der dazwischen gelagerten fibrösen Substanz zusammengesetzt sind. Die von Retzius beschriebenen quergestreiften Fasern (Muskelfasern) der Zonula Zinnii hat Finkbeiner konstant beim Menschen und beim Pferde angetroffen. Nach dem Verf. bestehen diese quergestreiften Fasern aus den Elementarfasern der Hyaloidea, die nach ihrer Vereinigung zu Bändern eine quergestreifte Zeichnung hervortreten lassen.

H. Meckel hatte Gelegenheit, an einem durch pyämische Ophthalmie veränderten Glaskörper die Struktur des letzteren, namentlich in dem äussersten Schichtensystem, mit seinem strahligen Zubehör zu studiren. (Die pyämische Ophthalmie in Beziehung zur feinsten Organisation des Entzündungsprodukts und zu der eigenthümlichen Struktur des Glaskörpers: Annal. des Charité-Krankenh. etc. zu Berlin, Jahrg. V, p. 276 und 283 sq.) Der ganze Glaskörper erschien als gelbröthlich blutig getränkte Gallert mit sehr zierlich feinen Zeichnungen durch gelbweisse Exsudattrübung. Die Hyaloidea war völlig normal und die nächste Rindenschicht des Glaskörpers bis auf die gelblichrothe Tinktion unverändert und klar. In der Tiefe machten sich aber Exsudattrübungen bemerkbar, welche eine solche Verbreitung und Zeichnung darlegten, dass man sofort an die normalen Strukturverhältnisse erinnert wurde. Eine solche Trübung erstreckte sich als eine zwar nicht kontinuirliche, aber doch deutlich zu verfolgende Schicht vom Eintritt des Sehnerven nach vorn durch den Glaskörper hin, etwa $^1/_2$—$^3/_4$''' von der Hyaloidea entfernt und mit dieser konzentrisch. In der Gegend der Ora serrata näherte sie sich der Oberfläche und verschmolz mit der Zonula Zinnii, um mit dieser bis an den Rand der Linse fortzuziehen. Die tellerförmige Grube war frei von jeder Trü-

bung, und der Verf. schliesst daraus, dass jene Stelle des Glaskörpers durch keine selbstständige Lamelle abgegrenzt werde. Desgleichen fehlte gegenüber dem gelben Flecke in einem kleinen Umfange die Trübung gleichfalls. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass hier die durch Exsudattrübung sichtbar gewordene Lamelle sich um- oder vielmehr zurückschlug und in glockenförmiger Ausbreitung sich an die Hyaloidea anlegte. Ausser dieser Schichtenanordnung liess der Glaskörper durch anderweitige Trübungen einen komplizirt strahligen Bau erkennen, indem von der Axe des Glaskörpers her kleine trübe Granulationen und Papillen in zahlloser Menge, desgleichen feine Flecke in nebeligen und namentlich Federwolken ähnlichen Gruppirungen senkrecht radial gegen die Oberfläche des Glaskörpers aufstiegen.

C. Czermak verdanken wir eine wichtige Aufklärung über das von Dr. C. Thomas an Linsenschliffen entdeckte Kurvensystem. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII, p. 185 sq.) Czermak untersuchte die Linsenschliffe bei stärkeren und klaren Vergrösserungen, und überzeugte sich, dass als die eigentliche und einzige Ursache der Thomas'schen Kurven die durch die Schliffebene in verschiedener Richtung und Ausdehnung theils durchschnittenen, theils blossgelegten Linsenfasern deutlich zu erkennen sind. Die von dem Verf. gegebene Zeichnung eines Linsenschliffes lässt darüber keine Zweifel aufkommen. Es folgt hieraus mit Nothwendigkeit, dass die Linsenschliffe mit den Thomas'schen Kurvensystemen als optische Ausdrücke der Anordnung und des Verlaufes der Linsenfasern anzusehen sind und als ein wichtiges Mittel, die Struktur der Linse zu eruiren, betrachtet werden dürfen. Man habe jedoch dabei nicht zu vergessen, dass man der Linse (Dorschlinse) wohl einen konzentrisch geschichteten Bau, streng genommen aber keine lamellöse Struktur zuschreiben dürfe, weil die sogenannten Lamellen eigentlich nur Kunstprodukte und nicht natürliche, „secundäre Elementargebilde" seien. Wolle man demnach von Lamellen sprechen, so dürfe man nicht vergessen, dass die Linsenfasern, welche zu einer Lamelle gehören, d. h. in einer und derselben Kugelschale liegen, kein Kontinuum bilden, sondern durch regelmässige Spalten auseinandergehalten werden, deren Breite der langen Seite des sechseckigen Querschnittes der Fasern entspreche. Hieraus erkläre sich, warum auf den Linsenschliffen das den Lamellen direct entsprechende Kurvensystem aus regelmässig unterbrochenen Linien bestehe, und warum die Unterbrechungen zweier auf einander folgender Kurven dieses Systems so zu sagen alterniren. Für die Anatomen war es bisher besonders räthselhaft, dass Thomas Linsenschliffe dargestellt hatte, an welchen zwei, drei und selbst mehrere, sich interferirende, konzentrische Kur-

vensysteme sichtbar waren. Thomas selbst zweifelte, ob dieses Phänomen aus der bekannten Struktur der Linse, namentlich aus der Zusammensetzung derselben aus genau konzentrischen und für die Fischlinse auch hinreichend genau sphärischen Lamellen sich erklären liesse. Czermak weiset nun durch eine geometrische Konstruktion nach, dass konzentrisch in der Richtung der Meridiane verlaufende und in Folge dieser Anordnung eine Kugel zusammensetzende Fasern gegen eine, senkrecht auf die Aequatorebene, parallel zur Axe dieser Kugel geführte, plane Schnittfläche so gestellt sind, dass ihre auf dieser Fläche zum Vorschein kommenden Durchschnitte und Entblössungen in mehrfachen sich interferirenden, konzentrischen Kurvensystemen angeordnet erscheinen.

Nach den vergleichend-histologischen Untersuchungen Leydig's (Zum feineren Bau der Arthropoden etc., Müll. Arch. 1855, p. 376 sq.) ist die mit der Hornhaut verschmolzene Linse der Arthropoden zwar wie bei den Wirbelthieren als eine Verdickung der Hautschicht zu betrachten, histologischer Seits jedoch besteht sie nur aus chitinisirter Bindesubstanz, die meist von Kanälen durchsetzt ist. Die zwischen der Hornhaut und der Linse einerseits und der Anschwellung des N. opticus andrerseits gelegenen und als Krystallkugel, Glaskörper etc. gedenteten Theile werden mit dem Stratum bacillosum der Wirbelthiere verglichen und für nervös gehalten.

Gebilde der Bindesubstanz.

In der schon erwähnten Abhandlung (Die Adergeflechte etc.) hat Luschka seine jetzige Ansicht über die histologische Beschaffenheit des bindegewebigen Substrates in der Arachnoidea, in der Pia mater und dem Ependyma mitgetheilt (p. 67 sq., p. 99 sq. und p. 139 sq.). Die als Trägerin der Blutgefässe der Pia mater des Gehirns erscheinende Grundlage enthält neben strukturlosem Bindegewebe (? R.) ein deutliches Fasergerüst. Es giebt aber in dem letzteren zwei Arten von Fasern: die sogenannten „Blastemfasern des Zellstoffes“ oder des Verfassers frühere „seröse Fasern“, und die „Zellenfasern“ oder „Cytoblastemfasern des Bindegewebes“. Die Blastemfasern sind nicht durch Vermittelung von Zellen oder diesen verwandten Formelementen entstanden, sondern, wie schon v. Hessling angegeben, aus directer Spaltung eines in dickern Streifen erstarrten, ganz homogenen Blastems hervorgegangen. Sie zeichnen sich durch ausserordentliche Feinheit, durch einen vollkommen gestreckten Verlauf, durch sehr zarte, blasse Umrisse, sowie durch ihre hyaline Substanz aus. Ihre Breite variirt zwischen 0,012 Mm. und einer kaum messbaren Feinheit. Sehr charakteristisch für diese Fasern soll ferner sein, dass sie sich man-

nigfaltig, jedoch hauptsächlich unter spitzen Winkeln durchkreuzen und dadurch dem Gewebe ein fein längsgestreiftes Ansehen gewähren. Die breiteren Fasern lassen eine weitere Zertheilung in feinere Fibrillen in der Weise erkennen, dass sie den Stamm eines Faserbaumes bilden, dessen Aeste und Zweige als immer feiner werdende Fäserchen durch eine, nach dem dichotomischen Typus fortschreitende, unter spitzen Winkeln stattfindende Zertheilung hervorgehen. Die aus der Theilung hervorgegangenen Fasern verschmelzen häufig wieder unter einander und führen so zu Netzwerken mit rhomboidalen Maschenräumen. Hinsichtlich des chemischen Verhaltens stimmen sie mit der gewöhnlichen Bindesubstanz (Zellenfasern) sehr überein, indem sie durch Aetzkalilösung und Essigsäure grösstentheils zum Verschwinden (? R.) gebracht werden; die älteren Fasern jedoch werden nach Beimischung jener Reagenzien nur etwas blasser und in ihrer Form nicht verändert. Die sog. Blastemfasern sind nicht mit elastischen Fibrillen zu verwechseln. Die gewöhnlichen, durch Vermittelung von Zellen entstehenden Bindegewebsfasern oder die sog. Cytoblastemfasern ziehen einzeln oder zu Bündeln geordnet in wellenförmigem Verlauf nach allen Richtungen hin und begründen ein Netzwerk, welches die feinsten Blutgefässe trägt. Bei genauer Untersuchung lassen sich die verschiedenen Entwickelungsformen dieser Fasern (spindelförmige Zellen etc.) namentlich sehr häufig im Ependyma nachweisen.

Ref. muss sich damit begnügen, die Ansicht des Verf. fast wörtlich wiedergegeben zu haben. Auch nach unserer Meinung sind oder können Fasern von verschiedener Bedeutung in den Bindesubstanzgebilden zu unterscheiden sein, von welchen die eine Art den Zellen, die zweite der Grund- oder Intercellularsubstanz die Entstehung verdankt. Des Verf. Cytoblastemfasern gehören aber, wenn Ref. die Beschreibung richtig verstanden hat, zur fibrillär oder vielmehr streifig erscheinenden Grundsubstanz des gewöhnlichen Bindegewebes, und die aus Zellen wirklich hervorgegangenen Fasern dieses Gewebes, die sogenannten Spiralfasern, werden gar nicht als integrirende Bestandtheile desselben betrachtet. Die in der Grundsubstanz der Bindesubstanzgebilde vorkommenden Fasern unterscheiden sich von den faserförmigen Bindesubstanzkörperchen dadurch, dass sie nicht durch Umwandlung von Zellen, sondern durch Veränderung in der ursprünglich homogenen Intercellularsubstanz entstehen. Soweit des Ref. Erfahrungen reichen, möchten hier zwei verschiedene Formen von Fasern zu unterscheiden sein. In dem einen Fall zertheilt sich die ganze Grundsubstanz in Fasern, ohne dass eine Scheidung des Glutin und Leucin gebenden Stoffes derselben eingetreten ist; in solcher Weise scheint die Grundsubstanz aller hyalinen Knorpelsubstanz fibrillar zu werden. In dem zweiten Falle sondert sich der vorzugsweise Leucin

gebende Stoff der Grundsubstanz in Form von Fasern oder vielmehr eines Fasernetzes von dem Glutin gehenden aus; auf diese Weise entstehen nachweislich die elastischen Fasernetze, wie z. B. im elastischen Knorpel, und machen dann das Bindesubstanzgebilde elastisch. Ob unter den letzteren Umständen auch noch der übrige Rest der Grundsubstanz fibrillär zerfallen kann, ist wenigstens noch nicht nachgewiesen. Käme ein solcher Fall vor, und würden zugleich auch die Bindesubstanzkörperchen eine Faserform annehmen, so hätte man ein Bindesubstanzgebilde vor sich, an dessen histologischer Textur dreierlei Fasern participiren würden. In welche Kategorie die Blastemfasern des Verf. zu bringen seien, vermag Ref. nicht zu entscheiden.

Luschka hatte bekanntlich sehr wesentlich dazu beigetragen, dass wir zur Erkenntniss der Täuschungen in Betreff der umspinnenden Spiralfasern gelangt sind. Für die zwischen der Arachnoidea und der Pia mater hinlaufenden Fäden, an welchen Henle die Entdeckung der umspinnenden Fasern gemacht hatte, wird in vorliegender Abhandlung die wirkliche Existenz derselben anerkannt. Es bestehen die genannten Fäden nach dem Verf. aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von Bindegewebsbündeln, welche meist isolirt, an manchen Stellen aber auch unter einander mehrfach verschmolzen sind. Die meisten dieser Bündel sollen nun von feinen elastischen Fasern spiralig umwickelt sein (p. 58).

Nach Taube (a. a. O. p. 9 etc) besteht das bindegewebige Substrat der serösen Häute in den grossen Höhlen des menschlichen Körpers aus gewöhnlichem reifen Binde- oder Sehnengewebe, welches häufig durch die Anwesenheit von einer grösseren oder geringeren Menge elastischer Fasernetze elastisch geworden ist; Bindesubstanzkörperchen von rundlicher, ovaler oder sternförmiger Form sind nirgend, auch nicht sicher an der serösen Oberfläche der Pia mater nachzuweisen. Die in der fibrillär oder streifig erscheinenden Grundsubstanz des Sehnengewebes vorhandenen Fasern sind Spiralfasern und elastische Fasern, welche letzteren zwar die Feinheit der ersteren erlangen können, dennoch aber mit ihnen nicht identisch seien und verwechselt werden dürfen. Die elastischen Fasern gehen nicht aus Zellen hervor, sondern durch Sonderung aus der Grund- und Intercellularsubstanz; sie zeichnen sich ferner durch ihre Verästelung und Anastomosenbildung aus und geben sich auf Querschnittchen als verschiedenartig vertheilte Reihen von Pünktchen, den Querschnitten der Fasern, zu erkennen. Die Spiralfasern sind zu Fasern ausgewachsene Zellen oder Bindesubstanzkörperchen des Sehnengewebes; niemals war an ihnen eine Verästelung, Spaltung oder Anastomosenbildung nachzuweisen; auf Querschnittchen erscheinen sie als dunkle ohne Ordnung hie

und da in der Grundsubstanz vertheilte Pünktchen oder Flecke. Hinsichtlich der chemischen Eigenschaften soll kein Unterschied zwischen beiden Fasern gegeben sein. Dieser Ausspruch könnte auffallen, wenn nicht aus der ganzen Beschreibung sich die wahre Bedeutung jener Worte herausstellte. Der Verf. wollte nämlich damit sagen, dass die mikroskopischen Reaktionen mit Essigsäure und Alkali (10 pCt.) keinen Unterschied insofern herausstellen, als sie dadurch beide nicht aufgelöset werden oder auch nur aufquellen. Umspinnende Spiralfasern existiren nirgend, auch nicht in den bekannten Fäden zwischen den Blättern der Pia mater, oder, wie man sagt, zwischen Arachnoidea und Pia mater. Wird ein Faden mit kaustischer Kalilösung gekocht, so überzeugt man sich, dass nur die Fasern zurückbleiben, die ursprünglich innerhalb des Fadens sichtbar waren; von den, zwischen den Anschwellungen der mit Essigsäure oder Kalilösung behandelten Fäden angenommenen, umspinnenden Fasern war keine Spur zu finden (a. a. O. p. 24 sq.).

Ueber die histologische Beschaffenheit des Faserknorpels der Hornhaut hat Dornblüth bei verschiedenen Fischen, beim Frosch, Sperling und Schweine Untersuchungen angestellt. (Ueber den Bau der Cornea oculi; Zeitschr. für rationelle Mediz. Neue Folge Bd. VII, p. 212 sq.) Der Verf. verfertigte sich die Schnittchen von Hornhäuten, die auf Hollundermark aufgetrocknet waren. Dornblüth bestätigt und erweitert die Ansicht von der lamellösen Textur der Hornhaut. Bei allen untersuchten Thieren besteht sie aus Lamellen, „welche aus den Elementen der Sclerotica unmittelbar hervorgehen und bei denen die Fasern der letzteren durch schichtweise Anordnung und innige Verschmelzung hyaline, mehr oder weniger homogene Platten bilden". Es kann natürlich diese Ausdrucksweise des Verf. nicht so verstanden werden, wie wenn die Hornhautlamellen wirklich aus den Elementen der Sclerotica hervorgehen oder umgekehrt, da ja aus der Entwickelungsgeschichte bekannt ist, dass beide sich gesondert entwickeln und in dem Falze, bei Verwirklichung ihrer kontinuirlichen Verbindung, die Differenzen ausgleichen. Zwischen diesen Platten liegen ferner vielleicht noch andere, bei einigen Fischen auch verflochtene Bindegewebsbündel, und ausserdem treten bei einigen Fischen an der Innenfläche accessorische Lamellen auf, welche mit der Sclera nicht im kontinuirlichen Zusammenhange stehen. Aus diesem Satze ergiebt sich, dass Dornblüth sich das Verhältniss der Hornhaut zur Sclerotica doch wirklich mehr in dem Sinne gedacht hat, als ob die Hornhaut nur als Fortsetzung der Sclera anzusehen sei. Die Hornhaut unterhält jedoch Verbindungen nicht allein mit der Sclerotica, sondern auch mit der Conjunctiva und mit dem Bindegewebs-Stroma der Iris und des Tensor choroideae; gleichwohl ist sie im wahren Sinne des

Wortes auch nicht als Fortsetzung der genannten drei Theile zu denken, sondern nur als Gebilde, das mit diesen eine kontinuirliche Verbindung eingeht. Und weiter hebt der Verf. hervor, dass die Lamellen der Fische, wenigstens die derberen, den sogenannten Bowman'schen Lamellen, diejenigen des Frosches und des Sperlings den feinen Lamellen des Schweins (und Menschen) zu entsprechen scheinen. Die gegenseitige Verbindung der Lamellen soll hauptsächlich durch Verklebung der Flächen geschehen; zuweilen wird dieselbe durch mehr senkrecht verlaufende Fasern und durch Ausläufer der mit gesonderter Wand in den Lamellenspalten liegenden Hornhautkörperchen unterstützt. Aus den einzelnen Beobachtungen entnehmen wir Folgendes. Bei den Fischen (Flussbarsch, Bracbsen, Hecht) lassen sich bei mässiger Vergrösserung zwei bis drei Schichten unterscheiden. Die vorderste Schicht ist nur beim Hecht durch eine elastische Grenzplatte gegen das Epithelium hin abgegrenzt. Die nach der Augenkammer hin allmälig an Dicke zunehmenden Lamellen erstrecken sich anscheinend über die ganze Hornhaut und werden nur von den, theils senkrecht gegen die Oberfläche aus-, theils in flachen Bogen zurücklaufenden, äusserst feinen Strahlen der Hornhautkörperchen durchsetzt, die namentlich in den tieferen Lamellen häufiger angetroffen werden. Die von der ersten durchaus nicht streng geschiedene zweite Schicht (des Barsches) charakterisirt sich durch die zunehmende Dicke der Lamellen (—0,008 Mm.) und durch gelbe Pigmentirung. Das Pigment ist theils diffus, theils in Tröpfchen vorhanden, welche nach öfterem Aufweichen und Zusatz von Essigsäure zu schön chromgelben Tropfen zusammenfliessen. Auch in den Hornhautkörperchen ist es zuweilen eingeschlossen. Zwischen den Lamellenspalten befinden sich hier zahlreicher die Hornhautkörperchen und sogar Kernfasern mit besonders schönen Spiralwindungen, die zuweilen zu umspinnenden Fasern werden sollen (?R.). Es sind besonders die vorliegenden Lamellen, welche mit dem Knorpel der Sclera in kontinuirliche Verbindung treten und in der Nähe des sogenannten Falzes auch wirklich knorpelzellenartige Bindesubstanzkörperchen führen (Brachsen). An Profilschnittchen, nicht aber an Flächenschnittchen macht sich in der in Rede stehenden Schicht zuweilen eine Zeichnung bemerkbar, die auf eine Durchsetzung der Lamellen von Bindegewebssträngen hindeutet. Sodann fanden sich, namentlich deutlich an der gekochten Cornea des Brachsen, in gewisser Entfernung vom Hornhautrande abwechselnd gestreifte und körnige Lamellen vor, und zwar so, dass, wie rechtwinkelig sich kreuzende Schnittchen lehrten, die in einer Richtung streifigen Lamellen in der anderen körnig erschienen. Die tiefste Lamellenschicht (3te beim Barsch) steht in ziemlich lockerem Zusammenhange mit der davor gelegenen. Die Lamellen sind dick, dunkler,

namentlich nach dem Hornhautrande hin, und stark gestreift. In der Nähe des Hornhautrandes verbinden sie sich häufig mit einander und lassen kleine, den Knorpelhöhlen ähnliche Lücken zwischen sich. Beim Brachsen hören die Lamellen in der Mitte der Hornhaut zugeschärft auf, so dass die Cornea in der Mitte dünner ist als in der Randpartie. Beim Frosch (*R. esculenta*) erscheint in der innersten, unmittelbar an die M. Demoursii angrenzenden Schicht der Cornea (nach Essigsäurezusatz) „ein reichliches Netz von Körperchen und Kernfasern, so dass die Maschen zuweilen fast eine Lage von rundlichen Zellen vortäuschen"; an anderen Stellen liegen wiederum die klaren Lamellen unmittelbar der M. Descemet. an. Nach der Sclerotica zu werden die Hornhautkörperchen sehr zahlreich, so dass sich ein Gewebe von längsverlaufenden, aus den Lamellen unmittelbar hervorgehenden und von quer durchschnittenen Balken darzustellen scheint. Die Cornea des Sperlings ist so dünn und durchsichtig, dass man sie ohne Weiteres von der Fläche beobachten kann; nach Behandlung mit Essigsäure treten auch die durch zahlreiche Ausläufer in Verbindung stehenden Hornhautkörperchen hervor. An Profilschnittchen gekochter Hornhäute soll gleich hinter der vorderen elastischen Grenzhaut ein sehr schönes Flechtwerk oberflächlicher Bogenfasern hervortreten. Die Profilschnitte der Hornhaut des Schweines stimmen wesentlich mit Henle's Beschreibung der menschlichen Cornea überein. Eine vordere elastische Grenzlamelle soll nicht deutlich unterschieden werden können; der helle Saum, den Natron hervorbringt, sei in ähnlicher Weise an der äusseren Lamelle eines jeden Bruchstückes aus der Tiefe zu erzeugen. Senkrecht und bogenförmig gegen die Oberfläche verlaufende Fasern, wie bei den Fischen, sind nicht vorhanden. Im Allgemeinen sind die durch Bindesubstanzkörperchen getrennten Lamellen klar, hyalin; nur in der Nähe des Limbus der Hornhaut wechseln zuweilen punktirte Lagen mit zartgestreiften, wie bei den Fischen. In der Nähe der Membr. Descem. werden die Hornhautkörperchen seltener. Die Descemetsche Haut endigt nach dem Verf. mit einem abgestumpften, etwas verschmälerten Rande, nachdem sich vorher an ihre vordere Fläche von der Sclerotica herkommende Faserzüge unter sehr spitzen Winkeln angesetzt haben. Ref. sieht hier deutlich einen kontinuirlichen Uebergang. Der kontinuirliche Uebergang oder richtiger die kontinuirliche Verbindung des kernfaserreichen Bindegewebes der Conjunctiva mit dem faserknorpligen Substrate der Hornhaut wird geleugnet. Am Hornhautrande beobachtete der Verf., dass Scleroticafasern in feinste Fibrillen sich auflöseten und strahlenförmig in weiten Bogen in der Hornhaut sich ausbreiteten, die in der Nähe des Randes deutlich diese in verschiedenen Richtungen hinziehenden Fibrillen (Streifen R.) erkennen liess; nach dem Centrum

der Hornhaut zu erschien die Substanz ganz homogen. In einem Nachtrage zu vorstehenden Mittheilungen (a. a. O. p. 224) beschreibt Henle die Hornhaut eines 7" langen Rindsembryo. Um von derselben Schnittchen zu gewinnen, wurde in einen Postpapierstreifen eine Oeffnung, kleiner als die Hornhaut, eingeschnitten und mit letzterer verblebt. Von dem getrockneten Präparat wurden dann die Schnittchen gefertigt. Wie schon bekannt, so fand auch Henle, dass in der lamellenartig gestreiften Grundsubstanz spindelförmige Zellen vorhanden waren. Beim Vergleich der Lamellen des Embryo mit denen des Neugeborenen und Erwachsenen ergiebt sich, dass die Dicke der Lamellen mit dem Wachsen des Auges an Mächtigkeit zunimmt, und dass dabei die Kerne plattgedrückt werden (? R.).

Die Untersuchungen van Reeken's (Ontleedkundig onderzoek van den Toestel voor accomodatie van het oog. Nederlandsch Lancet. July en Aug. p. 16) über das faserknorplige Substrat der Hornhaut erwähnt Ref. nach den Mittheilungen Henle's (Canstatts Jahresb. v. Jahre 1855, p. 28 sq.). Der Verf. bestätigt, dass die strukturlosen Hornhautlamellen beim Uebergange zur Sclerotica deutlicher streifig werden, und ist ausserdem der Ansicht, dass an die Stelle der sternförmigen Hornhautkörperchen der ersteren elastische Fasernetze treten. Auf der anderen Seite lässt er auch die Demours-sche Haut kontinuirlich in die elastischen Fasernetze der Sclera übergeben. Der Uebergang der Descemet'schen Haut in die am Hornhautfalze angrenzenden Gebilde wird genauer in folgender Weise angegeben. Diese Haut, welche in der Mitte der Hornhaut strukturlos erscheine, verdicke sich in der Nähe des Spannmuskels der Choroidea und scheide sich in 6—8 Lamellen. Von diesen begeben sich die äusseren 2—3, indem sie sogleich in Fasern zerfallen, in die Sclerotica, um sich mit den elastischen Fasernetzen derselben an der Aussenfläche des Canal. Schlemmii zu verbinden. Alsbald treten auch die mittelsten und innersten Platten aus einander und werden fasrig (oder streifig? R.). Diese Fasern verlaufen ringförmig am Hornhautrande, weichen aber aus einander und lassen Lücken, deren längster Durchmesser parallel der Peripherie der Hornhaut liegt. Die Fasern der innersten Lamelle der Descemet'schen Haut treten weiter aus einander und bleiben, wenn man die Iris abreisst, in grösserer oder geringerer Zahl an derselben hängen; auch ist der längste Durchmesser der Maschen in dieser Lamelle von vorn nach hinten gerichtet. Im Uebrigen findet v. Reeken das Gewebe der innersten Lamelle von dem der übrigen nicht verschieden; er tritt vielmehr der Behauptung Henle's, dass sie dem Bindegewebe verwandt sei, entgegen und hält die Kerne, die nach Henle's Angabe auf diesen Fasernetzen liegen, für Fortsetzungen des Epitheliums der Demours-

schen Haut. Die warzenförmigen Auswüchse des peripherischen Theiles der Descemet'schen Haut, deren Hassal und Henle gedenken, sind nach v. Reeken aus einer Metamorphose (Anschwellung uud Colloidentartung) kernartiger Körper hervorgegangen, die am Rande der Hornhaut die Stelle des Epitheliums vertreten. Diese kernartigen Körper sollen sich anf alle Lamellen fortsetzen, in welche sich die Descemet'sche Haut spaltet.

Ref. hatte schon in seiner Schrift über die Bindesubstanzgebilde angegeben, dass die Descemet'sche Haut mit dem bindegewebigen Substrat der Iris in kontinuirlicher Verbindung stehe und zwar durch Vermittelung des Lig. iridis pectinatum. Ringförmige, am Hornhautrande verlaufende Faserzüge, die von der Descemet'schen Haut entsendet wären, hat Ref. bisher vergebens gesucht. Dagegen besteht unzweifelhaft eine kontinuirliche Verbindung der Demonrs'schen Haut mit dem bindegewebigen Substrat der Sclera; ob grade mit dem elastischen Fasernetze derselben allein, das möchte sehr zweifelhaft sein. Diese Verbindnng erfolgt aber nicht mit der ansserhalb des Canal. Schlem. gelegenen Schicht der Sclera, sondern vielmehr mit der nach innen, gegen die Höhle des Bulbus gewendeten Wand dieses Kanales, an welche zugleich der Tensor choroideae sich inserirt, oder vielmehr, in welche die Sehne dieses Muskels sich kontinuirlich fortsetzt. Ref. kann den Gegenstand nicht verlassen, ohne noch einmal darauf hinzuweisen, dass der kontinuirliche Zusammenhang der Cornea mit den angrenzenden Gebilden, welchen er schon vor 12 Jahren ausführlich besprochen, nicht so zu fassen sei, als ob die angrenzenden Gebilde durch Fortsetzung die Hornhaut bildeten. Das faserknorpelartige Substrat der Hornhaut unterhält kontinuirliche Verbindungen mit der Conjunctiva bulbi, mit der Sclera, und zwar nur mit den sehnigen Strängen derselben, die mit ihrem streifigen Zuge in der Richtung der Meridiane des Bulbus verlaufen, endlich mit dem Tensor choroidea und dem bindegewebigen Substrat der Iris. Wenn das bindegewebige Stroma aller dieser Gebilde, zwar mit Veränderung des histologischen Charakters, doch mit Beibehaltung seiner Anordnung und des Verlaufes der einzelnen Stränge und Lamellen vom Rande her durch die ganze Hornhaut sich fortsetzen würde, so müsste die letztere allerdings ein sehr komplicirtes Flechtwerk darstellen. Davon ist jedoch bei den Säugethieren und dem Menschen keine Spur zu finden. In welcher Richtung auch die Hornhaut senkrecht durchschnitten werden mag, überall zeigen die Schnittchen dieselbe parallele Streifung der mehr homogenen Grundsubstanz mit eingelegten Hornhautkörperchen; nirgend lassen sich elastische Fasern oder Spiralfasern nachweisen. Diese parallele Streifung lässt sich, wie bis zur Membr. Descemetii, so auch bis unmittelbar zur vorderen

Grenzlamelle verfolgen, vorausgesetzt, dass ein passendes, feines Schnittchen aus einer Region der Hornhaut genommen war, welche beim Eintrocknen keine oder doch nicht auffällige Runzeln an der freien Oberfläche gebildet hatte. Wurde das Schnittchen von Hornhautstellen mit runzlicher Oberfläche gewählt, — und dergleichen Gegenden finden sich selbst bei sehr vorsichtig eingetrockneten Hornhäuten vor, — oder war das Schnittchen dick, vielleicht mit Essigsäure oder Kalilösung behandelt und dann mit dem Deckblättchen zu sehr gedrückt, so erschienen in der Nähe der vorderen Grenzlamelle in verschiedenen Richtungen verlaufende, meistens krumme Linien und granulirte Stellen, welche sehr leicht als die optischen Ausdrücke von Fasern aufgefasst werden können. Durch Erwärmen des Schnittchens in Kalilösung, durch geeigneten Druck und Zerrung des Präparates überzeugt man sich, dass hier weder elastische, noch Spiral-, noch irgend welche andere Fasern vorliegen, sondern dass man es mit den optischen Ausdrücken von Falten und Runzeln zu thun habe. Wer diesen künstlichen Mitteln nicht vertraut, dem empfiehlt Ref., sich die geeigneten feinen Schnittchen nur aus Gegenden der Hornhaut zu verfertigen, die glatt eingetrocknet sind und sich gewöhnlich durch ihre Pelluciditât auszeichnen. An der gegen die Augenkammer zugewendeten Fläche der Hornhaut ist die parallele Streifung bis unmittelbar zur M. Demoursii hin stets deutlich; hier bilden sich auch, eben wegen der Beschaffenheit der M. Demoursii, derartige Runzeln und Falten nicht, deren optische Ausdrücke zur Deutung von Fasern veranlassen können.

Die Fibrocartilago intervertebralis ist mit Rücksicht auf ihre Struktur- und Texturverhältnisse von Lusckka untersucht (Zeitschr. f. rat. Mediz. N. F. Bd. VII, p. 129 sq.). Die Zwischenwirbelbänder sollen nach dem Typus der Gelenkhöhlen gebildet und demgemäss hinsichtlich der Struktur aufgefasst werden. Der Annulus fibrosus stelle die Gelenkkapsel, die an den Endflächen der Wirbelkörper befindlichen Knorpelplatten die Gelenkknorpel, der Gallertkern die Gelenkhöhle mit der Synovia dar. Die erste Grundlage der Cartilago intervertebral. seien die Zellen der Chord. dorsualis, was bekanntlich mit Sicherheit nicht einmal für den Gallertkern bewiesen ist. Auch bezeichnet der Verf. selbst nachträglich das Blastem um die Wirbelsaite als ein solches, welches einerseits zur Substanz der Wirbelkörper, andererseits zum Gewebe der Zwischenwirbelbänder werde. Bei einem 4 Cm. langen Kuhfötus waren die Zwischenwirbelbänder als weissliche Scheiben zwischen den hyalin-knorpligen Wirbelkörpern bemerkbar. In ihrer Mitte zeigte sich eine Anzahl grösserer, rundlicher Zellen, ganz vom Ansehen jener, welche die Wirbelsaite (wann, wo? R.) zusammensetzen. Um sie herum lag eine sehr fein gestreifte und gefaserte Masse,

in welche zahllose, theils spindelförmige, theils sternförmige Zellen eingestreut waren; eine Höhlung mit Flüssigkeit zeigte sich nicht. Bei Neugebornen dagegen soll in der Mitte der Bandscheiben eine Flüssigkeit von der Konsistenz des Schleimes enthalten sein. Ref. konnte eine wirkliche Höhle nicht entdecken; der sogenannte Schleim ist gallertartige Bindesubstanz. — Im ausgebildeten Fibrocart. intervertebr. bedecken die Knorpelplatten die Endflächen der Wirbelkörper nur bis zu deren gewulstetem, von einer dünnen Lamelle kompakter Knochensubstanz überzogenen Rande, welcher zugleich die äussersten Schichten des Faserringes direct aufnimmt. Mit der gegen den Gallertkern zugewendeten Fläche gehen die Knorpelplatten am äussersten Umfange kontinuirlich in das Gewebe des Faserringes, namentlich in die innersten Schichten desselben, über, während vom mittleren Theil aus weiche, faserige Fortsätze in den Gallertkern (in die resp. Höhle der Cartilag. intervertebr. nach dem Verf.) eintreten. Meist finden sich nach Luschka eine Anzahl der letzteren Fortsätze, welche, blattartig gestaltet, strauchähnlich verästelt oder auch den Eis-Figuren der Fensterscheiben ähnlich sind und mehr oder weniger frei (? R.) in eine Höhlung (? R.) hineinragen, die vom kompakteren Theile des Nucleus pulposus nicht ganz eingenommen ist. Der Boden der Knorpelplatte, von welchem diese Fortsätze auswachsen, ist weicher, mehr oder weniger deutlich gefasert und enthält grosse, vielfach eingeschachtelte (gruppirte R.) Knorpelzellen. Wie von den Knorpelplatten, so gehen auch von den innersten Schichten des Annulus fibrosus Fortsätze in den Gallertkern hinein. Sie zeigen am häufigsten vielfach verästelte Gestalten, an welchen Stamm, Aeste, Zweige, Reiser unterschieden werden können. Ausserdem sieht man verschiedentlich gelappte, blattähnlich geformte, garbenähnlich auseinanderfallende u. dergl. Formen, welche häufig die üppigsten Bildungsstellen zum Theil ausgezeichnet grosser Knorpelzellen sein sollen In dem Balken- und Netzwerk der einzelnen Schichten des Annulus fibrosus finden sich ganze Knorpelzellen oder auch nur Ueberreste derselben. Oft zeigen sich in den sehnigen Schichten Partieen, welche durch eine sehr feine, stellenweise dichtgedrängte Bindegewebsstreifung, ähnlich der in den Sehnen, ausgezeichnet sind. In diese eingelagert sind in geringerer Zahl feine elastische Fibrillen, so wie rundliche Knorpelzellen mit einem Kern und häufig sehr verdickter Wandung (? R.). Die weichere, zwischen den Sehnenringen befindliche Substanz stimmt im Wesentlichen mit dem Bindegewebsfaserknorpel überein. Die Substanz der oben erwähnten Fortsetzungen des Annulus fibros. weicht chemisch darin vom gewöhnlichen Bindegewebe ab, dass sie durch Essigsäure und Aetzkalilösung nicht aufquillt. Der Gallertkern ist nach Luschka wesentlich durch die Auswüchse und Fort-

sätze der Knorpelzellen und der innersten Substanz des Annulus fibros. gebildet. Zwischen denselben findet sich ausserdem eine grössere Menge synoviaähnlicher Flüssigkeit (? R.) mit darin suspendirten zarten, weisslichen Flocken. Von dieser Masse werden die Fortsätze durchfeuchtet, und von ihr hängt die gallertartige Beschaffenheit des Nucleus pulposus ab. Die schleimartige Flüssigkeit soll nach Luschka theils das Ergebniss einer, die Bildung des Gallertkernes als einer Höhle bedingenden Verflüssigung der ursprünglich festen mittleren Substanz des Zwischenwirbelbandes sein; theils soll sie fort und fort durch eine Schmelzung mancher Theile jener Fortsätze entstehen, und hiermit das häufige Freiwerden (? R.) von Knorpelzellen Hand in Hand gehen.

Von der Ueberzeugung durchdrungen, dass die Synchondrosen die niedrigste Stufe der Gelenkformation überhaupt darstellen und in wirkliche Gelenke auf die oben angedeutete Weise sich verwandeln können, hat Luschka die Entwickelung echter Gelenke studirt und gefunden, dass auch hier anfangs mindestens die Intercellularsubstanz der an einander grenzenden Knorpel kontinuirlich sei, später aber da, wo das Gelenk auftrete, im Innern eine Verflüssigung erfahre und nach aussen hin faserig zerfalle, — bei gleichzeitiger Entwickelung von Blutgefässen und elastischen Fasern. Bei dieser Umwandlung des äusseren Theiles der Zwischenknorpelmasse finde gleichfalls, bis zu einem gewissen Grade, noch Verschmelzung Statt, und gleichzeitig stellen sich Excrescenzen ein, ähnlich denen, die an dem Invertebralknorpel beschrieben wurden, die aber später ebenfalls der Auflösung entgegen gehen. Ueber die Bildung des die Synovialkapsel auskleidenden Epitheliums hat sich der Verfasser nicht weiter ausgesprochen (Müll. Archiv 1855, p. 481 sq.). Luschka stellte seine Beobachtungen einerseits an solchen Stellen des Körpers an, wo die Gelenkbildung bisweilen erst nach der Geburt auftritt und anderseits an fast allen Gelenken des Neugebornen, an welchen sich noch Spuren des muthmasslichen Entwickelungstypus wahrnehmen lassen. In ersterer Beziehung zeigten sich besonders belehrend die Verbindungsstellen der 2.—7. Rippe mit dem Brustbeine und die Vereinigung zwischen Handgriff und Körper des Sternum. Häufiger bei ersteren als bei letzterer stellt sich nach der Geburt in der bisher kontinuirlichen, fasrigen Verbindungssubstanz eine kleine Höhle ein, die sich nicht zu einer Gelenkkapsel ausbildet, sondern eine Gelenksbildung auf einer früheren Bildungsstufe darstellt. Die ganze Anordnung der diese Höhlung begrenzenden Gewebstheile gewährt den Eindruck eines sie betreffenden, allmälig fortschreitenden Schmelzungsprozesses, indem der Knorpel der Rippe und des Sinus costalis sterni mit einer gestreiften Substanz bedeckt ist, welche an ihrer freien Fläche ein vielfach zerklüftetes, durch

das Hervortreten im Zerfallen begriffener Faserbündel unebenes Ansehen darbietet. Bei der Ausbildung des Sterno-costal-Gelenkes pflegt diese den hyalinen Knorpel überziehende Fasermasse nur an dem Sinus sterni vollständig zu schwinden. Aehnlich ist das Verhalten der Verbindungsstelle zwischen Manubrium und Körper des Brustbeines, wenn hier ausnahmsweise eine Höhlung sich einstellt. Beim Unterkiefergelenk soll die Gelenkbildung normal auf einer früheren Entwickelungsstufe stehen geblieben sein, da hier beständig der hyalinknorplige Ueberzug der Gelenkfläche von einer an elastischen Fasern reichen Fasermasse bekleidet wird, welche gewöhnlich eine Anzahl feiner, in die Gelenkhöhle frei hineinragender oder mit dem Meniscus sich verbindender Fortsätze entsendet. Auch die Vertebralverbindungen der Rippen werden hierher gerechnet. Der Gelenkknorpel soll seine frühere Bildungsstufe durch ein mannigfaltig verästeltes Balkenwerk bekunden, das ganz allmälig aus hyaliner Grundsubstanz des Knorpels hervorgeht. Die Gelenkknorpel der übrigen Gelenke des Körpers zeigen bei Erwachsenen stets glatte Flächen ohne eine gefaserte Grenzschicht. Anders verhält es sich beim Fötus und bei Neugebornen. An den verschiedensten Gelenken fand hier der Verf. eine über den Knorpel hinziehende, bald mehr fasrige, bald mehr homogene oder nur schwach gestreifte, dünne Grenzschicht mit unebener Oberfläche und verschieden gestalteten Auswüchsen. Die zuletzt erwähnten Fortsätze sind besonders schön an den Gelenkknorpeln der Zehen des Neugebornen ausgeprägt; sparsam finden sie sich an dem Gelenkknorpel des Hüftgelenkes, des Knie- und Schultergelenkes, und an anderen gegliederten Knochenverbindungen. Die Substanz der Fortsätze ist wie die des Mutterbodens bald ganz strukturlos oder fein längsgestreift, bisweilen deutlich gefasert und öfters korkzieherähnlich aufgerollt. Gegen Essigsäure und Kalilösung verhalten sie sich wie Bindegewebe. In manchen befinden sich eine oder mehrere feinste, elastische Fibrillen, nicht selten auch eine Knorpelzelle.

In der Abhandlung „Ueber die Brüche der Rippenknorpel etc.“ (Zeitschr. für klinische Mediz. Bd. VII, Heft I, p. 6 sq.) hat Klopsch seine Beobachtungen über die Verbindung der Rippenknorpel mit der knöchernen Rippe, mit dem Sternum und unter einander mitgetheilt. Um die Verbindung der Rippenknorpel mit der knöchernen Rippe zu studiren, wurden die betreffenden Theile mit verdünnter Salzsäure behandelt, um durch Entfernung der Erdsalze die Gewinnung feiner Schnitte auch aus der angrenzenden, spongiösen Knochensubstanz zu ermöglichen; aus den Schnittchen wurde das Fett durch Kochen mit Schwefeläther oder durch Chloroform ausgezogen. An solchen Schnittchen, die den Knorpel und den angrenzenden Knochen getroffen hatten,

lassen sich unter dem Mikroskop bei 200maliger Vergrösserung deutlich vier Regionen unterscheiden. In der ersten Region findet man den unveränderten, hyalinen Knorpel vor; die Begrenzungen der Knorpelkörperchen sind einfach linear; der Längsdurchmesser der grössten betrug 0,006''' P., der der kleinsten 0,003''' P. Der Beginn der zweiten Region macht sich durch die Grössenzunahme der Knorpelkörperchen bemerklich; sie wachsen allmälig, bis schliesslich ihr Längsdurchmesser nicht selten die Länge von 0,01''' P., ihr Dickendurchmesser die von 0,006''' P. erreicht. Gleichzeitig ordnen sich die Knorpelkörperchen in Gruppen von 20 – 32 Knorpelkörperchen, die eine ungleiche Begrenzung und allgemeine oblonge oder mehr elliptische Form zeigen. Bei der Gruppirung platten sich die gegen einander gewendeten Flächen der Knorpelkörperchen ab; sonst zeigt sich keine Veränderung in der Form. Die Grundsubstanz zwischen den Haufen von Knorpelkörperchen ist nicht faserig, wie es Kölliker beschreibt, sondern höchst feinkörnig. Diese Grundsubstanz setzt sich auch zwischen die einzelnen Knorpelkörperchen in Form von dünnen Lamellen oder Septa fort und trennt dieselben unter einander. Die Haufen von Knorpelkörperchen sind also nicht in gemeinschaftliche Höhlen und von Mutterzellenmembranen eingeschlossen. Eigenthümlich ist aber die dunkle Begrenzung der Knorpelkörperchen. Eine genauere Untersuchung derselben zeigt, dass sie der Wand der Knorpelhöhle angehört, in welcher die meist kernlose Knorpelzelle sich befindet. Der eigenthümliche, optische Ausdruck rührt von der Inkrustation her, welche in der, die Höhle unmittelbar begrenzenden Grundsubstanz ihren Anfang genommen hat; man hat es also in dieser Region schon mit den von Brandt sogenannten primären Knochenkapseln zu thun. In der dritten Region ist die Inkrustation der Grundsubstanz durch Ablagerung von Erdsalzen weiter vorgeschritten, und die primären Knochenkapseln haben sich theils in die Knochenzellen Kölliker's oder glomeruli seu globuli ossei Brandt's verwandelt, theils sind sie zur Bildung primärer Markhöhlen des spongiösen Knochengewebes verwendet. In der vierten Region ist die knöcherne Rippe mit ihrer kompakten Rindensubstanz und der spongiösen Knochensubstanz nach der von Brandt angegebenen Verknöcherungsweise fertig gebildet. Die knorplige und knöcherne Rippe sind daher ein fortlaufendes Ganze, aus denselben Elementen gebildet, nur dass diese im Rippenknorpel unverändert, in der Rippe inkrustirt erscheinen. Zwischen beiden ist keine Spur eines anderen sie trennenden Elementes. — Die Verbinduug der Rippenknorpel mit dem Brustbein gehört, was die zweiten bis siebenten anlangt, zu den Amphiarthrosen. Der Knorpel der ersten Rippe geht ohne Unterbrechung in das Brustbein über, die der zweiten bis siebenten werden

von Gelenkbuchten aufgenommen, in denen sie durch ausnehmend feste, fibröse Kapseln festgehalten werden. Fettzellen, die man sonst in den Maschen des Bindegewebes der Gelenkkapseln gefunden hat, sah Verf. niemals, dagegen fanden sich bei einem sehr alten Manne Kalksalze darin abgelagert. Desgleichen konnte der Verf. auch keine Fortsätze an der Innenfläche der Gelenkkapsel bemerken. In Betreff der Verbindung der Rippenknorpel unter einander spricht sich Klopsch gegen Saurel dahin aus, dass Synovialmembranen nirgend vorzufinden seien.

Von grossem Interesse sind die Beobachtungen, welche F. Scholz in Betreff des Verknöcherungsprozesses der Enchondrome im Breslauer physiologischen Institute angestellt und in seiner Inauguralabhandlung (De enchondromate. Vratislaviae 1855, p. 26 sq. und p. 37 sq.) mitgetheilt hat. Die Enchondrome bestehen entweder durchgängig aus hyaliner Knorpelsubstanz, oder sie enthalten ein areoläres Gerüste von Faserknorpel, dessen Maschen von hyaliner Knorpelsubstanz so erfüllt werden, dass an den Berührungsflächen beider Gewebe ein kontinuirlicher Uebergang Statt hat. In dem hyalinknorplichen Enchondrom sind keine Gefässe oder Nerven nachzuweisen; in dem hyalin- und faserknorplichen Enchondrom befinden sich sparsame Gefässe im faserknorpligen Gerüste. Die Knorpelkörperchen verhalten sich wie in den normalen Geweben; zuweilen zeigen sich sternförmige Knorpelkörperchen. In dem hyalin- und faserknorpligen Enchondrom liegen sie gewöhnlich in dicht gedrängten Haufen zusammen. An dicken Schnittchen scheinen diese Haufen wie Tochterzellen in Mutterzellenhöhlen eingeschlossen. Es ist aber nur Schein. Durch feine Schnittchen kann man sich auf das Unzweideutigste überzeugen, dass die einzelnen Knorpelkörperchen durch dünne Septa hyaliner Grundsubstanz von einander getrennt werden. Oefter geschieht es (a. a. O. p. 40), dass die Haufen von Knorpelkörperchen gemeinschaftlich aus dem Enchondrom herausfallen, nachdem die zwischen den Haufen gelegene Grundsubstanz durch chemische Behandlung gelöset worden ist. Dieses kommt dadurch zu Stande, dass die in unmittelbarer Nähe und zwischen den einzelnen Knorpelkörperchen befindliche Grundsubstanz resistenter ist, als die zwischen den ganzen Haufen von Knorpelkörperchen sich hinziehende. Dasselbe Phänomen kann auch an einzelnen Knorpelkörperchen vorkommen (Kapsel der Knorpelkörperchen), in Folge dessen die Knorpelzelle mit der die Knorpelhöhle begrenzenden Schicht der Grundsubstanz mehr oder weniger vollständig von der übrigen Grundsubstanz entfernt werden kann. Verdickte Zellmembranen der Knorpelkörperchen und anderweitige Knorpelkapseln kommen nicht vor. Der Verknöcherungsprozess verhält sich in allen Stücken so, wie er von Brandt und

dem Ref. beschrieben wurde. (Vgl. Müll. Arch. 1854; Jahresbericht p. 54.) Die Verhältnisse sind hier dieselben, wie beim verknöchernden Schildknorpel, indem der Verknöcherungsprozess hier auch nicht durch gleichzeitige Gefässbildung komplicirt ist. In dem hyalinen Enchondrom fehlen Gefässe gänzlich, in dem hyalin- und faserknorpligen ebenfalls in dem hyalin-knorpligen Theile, welcher verknöchert; doch kommen in dem letzteren wenigstens in der Nähe des gesunden Knochens auch Haversische Kanälchen vor. Wird durch Salzsäure die Knochenmasse des Enchondroms erweicht, und das feine Schnittchen zur Enfernung des Fettes mit Aether behandelt, so erhält man Präparate, die in einer wahrhaft überraschenden Weise und selbst deutlicher als beim Schildknorpel die Bildung des „spongiösen" und „kompakten" Knochengewebes übersehen lassen. Das bienenwabenähnliche Gerüste des spongiösen Knochengewebes tritt hier überall, auch im Verlauf der Haversischen Kanäle, bevor sie Gefässe erhalten, so deutlich zu Tage, dass man oft einen Haufen Fettzellen, oder vielmehr ein Stück Fettgewebe aus dem Panniculus adiposus vor sich zu haben glaubt. Die der Abhandlung beigegebenen Zeichnungen sind vollständig naturgetreu und gestatten eine klare Uebersicht über die Bildung des „spongiösen" und „kompakten" Knochengewebes. Ref. benutzt jetzt ausschliesslich die Schnittchen des Enchondroms, um seinen Zuhörern den normalen, nicht komplicirten Verknöcherungsprozess der genannten beiden Knochengewebe, welche in verschiedener Weise bei der Bildung der mit Gefässen, Nerven etc. versehenen „spongiösen" und „kompakten" Knochensubstanz participiren, zu demonstriren.

Im Jahresbericht (Müll. Arch. 1854, p. 47) wurde der Untersuchungen des Dr. Morawitz erwähnt, die auf eine Verwandtschaft der Chitinsubstanz mit den Bindesubstanzgebilden hinweisen. Leydig hat die Frage, wohin im histologischen Systeme das Chitingewebe zu stellen sei, in seiner Abhandlung über den feineren Bau der Arthropoden gleichfalls aufgenommen (Müll. Archiv 1855, p. 390 sq.) und die Chitinhäute der Gliederfüssler für chitinisirte Bindesubstanz erklärt. Die Aehnlichkeit springe so recht in die Augen, wenn man vergleichungsweise einen senkrechten, mit Kalilauge behandelten Hautschnitt, etwa eines Frosches, und einen ebenso behandelten senkrechten Schnitt der Flügeldecke eines Käfers neben einander betrachte; hier wie dort habe man sehr regelmässig geschichtete Massen, die von Hohlräumen durchsetzt seien, die mitunter in der Art ihrer Begrenzung und Verästelung eine grosse Uebereinstimmung mit den Bindesubstanzkörperchen der Wirbelthiere darlegen. Selbst die oft epitheliumartig gezeichneten Grenzschichten des Chitinskele-

tes, namentlich der Haut, seien, wie schon oben berichtet wurde, nicht zum Horngewebe, sondern zur Chitinsubstanz zu rechnen.

Muskelgewebe.

Nach Robin sollen die animalen Muskelfasern des Menschen in folgender Weise sich entwickeln (Mém. sur la naissance et le développ. des éléments musc. de la vie animal. et du coeur. Gaz. méd. No. 25). Entsprechend einer älteren Ansicht soll zuerst die Primitivscheide, das Myolemma des Primitivbündels, entstehen, nur mit dem Unterschiede, dass die Lehre von der Zelle möglichst umgangen wird. Das Myolemma entwickelt sich nämlich für jedes Bündel aus einem und successiv aus mehreren Kernen, die doppelt so lang und auch breiter als die Embryonalkerne (Zellen? R.) sind und sich durch das körnige Ansehen und die scharfe Kontour vor den Embryonalkernen auszeichnen. Aus den Kernen gehen dann, durch Ablagerung von homogener, blasser Substanz an den entgegengesetzten Enden, spindelförmige Körper mit einer dem Kern entsprechenden Anschwellung hervor, die sich später verlängern und reihenweise verschmelzen. Auf diese Weise werden blasse, schmale Bänder (secundäre Zelle Schwann) gebildet, welche in bestimmten Abständen Kerne enthalten; sie stellen die Primitivscheide dar. Die Bänder werden bald feinkörnig, enthalten bei Embryonen von 18—20 Mm. Länge gelbliche, fettige Granulationen, und später, nachdem sie hohl geworden, die kontraktilen Fibrillen. Bei Embryonen von 22—26 Mm. Länge zeigt sich bereits das Innere des Myolemma längsstreifig und zuweilen auch mit in Querreihen geordneten Pünktchen versehen. Während die ursprünglichen Kerne an der Scheide haften bleiben, stellen sich im Inneren neue Kerne und eine feinkörnige Masse ein. Auf Kosten der letzteren entwickeln sich neue Fibrillen, die mit den schon gebildeten sich an die Scheide anlagern, während der Rest der feinkörnigen Substanz und die neuen Kerne die zurückbleibende Höhle einnehmen. Bei der schliesslichen Ausbildung des Primitivbündels schwindet die Füllungsmasse (feinkörnige Substanz und Kerne) unter Vermehrung der kontraktilen Fibrillen; die Kerne der Scheide dagegen sind beim Erwachsenen offenbar zahlreicher und müssen sich also vermehren. Merkwürdig genug bildet sich nach dem Verf. das Myolemma bei den Muskelfasern des Herzens zuletzt. Hier sollen feinkörnige Kerne, an deren Enden eine geringe Menge amorpher Substanz haftet, fein längsstreifig werden und sich in ein Bündel von Fibrillen verwandeln, die mit ihren Spitzen unter einander verschmelzen. Wie die Verästelungen und Anastomosen der Muskelfasern des Herzens entstehen, war nicht zu ermitteln. Die Scheide aber bildet sich erst, nach-

dem die Bündel mit einander verschmolzen sind. Die ersten Muskelfasern waren beim Embryon von 6—7 Mm. Länge und zwar zuerst längs der Wirbelsäule sichtbar; später erscheinen sie der Reihe nach in den Brust- und Bauchwänden, am Halse, zuletzt in den Extremitäten.

Leydig bestätigt zufolge seiner ausgebreiteten Untersuchungen bei den Arthropoden (a. a. O. p. 393 sq.), dass die Muskeln dieser Thiere durchweg quergestreift seien, nicht blos die Stammmuskeln, sondern auch die Muskulatur der Eingeweide, des Darms, der Drüsen, des Herzens. Er spricht sich gegen die Angaben Frey's und Leuckart's aus, dass bei kleinen Insekten die Muskeln glatt seien, desgleichen gegen v. Siebold, dem zufolge die in Spiraltouren um die Giftdrüsen gelagerten Muskelbündel bei einigen Spinnen glatt sein sollen, auch gegen H. Meckel, der dasselbe von der Giftdrüse der Kreuzspinne behauptet. Die Querstreifung ist allerdings zuweilen an frischen Präparaten und lebenden Thieren nicht deutlich, sie tritt jedoch stets klar bei Behandlung der Muskeln mit Alkohol hervor, also an Spiritus-Präparaten. Die Scheide des primitiven Muskelbündels ist oft am lebenden und frischen Muskel nicht oder kaum zu erkennen, am todten Muskel aber hebt sie sich gewöhnlich weit ab und zeigt zahlreiche Kerne. Der quergestreifte Inhalt, die eigentlichen, kontraktilen Elemente, soll nicht aus Fasern, sondern aus kleinen, würfelförmigen oder auch keilförmigen Körperchen zusammengesetzt sein; die Querstreifung soll von den zwischen derselben gelegenen und wahrscheinlich mit hellflüssiger Substanz erfüllten Interstitien abhängen. Die zwischen den leicht sich isolirenden Fibrillen der Thoraxmuskeln vieler Insekten befindliche granulirte Substanz mit eingestreuten Kernen wird als ein nicht hautartig konsolidirtes Sarcolemma dieser Muskeln gedeutet. Verästelte Muskeln sind bei den Arthropoden, namentlich im Bereich der Eingeweide, eine sehr gewöhnliche Erscheinung und bereits von Ramdohr sehr gut abgebildet. Häufig haben die Muskeln der Arthropoden einen embryonalen Charakter beibehalten; die Primitivbündel besitzen einen centralen, hellen Kanal, in welchem die Kerne eine oft so dichte Axe bilden, dass man an die Markzellen des menschlichen Haares erinnert wird. Bei den Spinnen finden sich neben gewöhnlichen Primitivbündeln mit einer einzigen Kernreihe in der Axe solche, die 5, 6 und mehrere aus Kernen gebildete Centralstränge aufzuweisen haben. Sehr schön sind sie besonders von *Tetragnatha extensa* zu erhalten. Der Verf. bestätigt endlich die Beobachtung des Referenten, dass bei den Arthropoden sehr deutlich der kontinuirliche Uebergang des Sarcolemma in die Sehnen wahrzunehmen sei. Besonders deutlich waren die Präparate bei *Ixodes Testudinis*. Das Sarcolemma zeigte sich als unmittelbare, aber nicht chitinisirte, son-

dern weich gebliebene schlauchartige Fortsetzung der Sehne, mit dem Unterschiede jedoch, dass in letzterer die Kerne fehlen. — Die Primitivcylinder der Muskeln von *Cyclas cornea* fand Leydig ebenso, wie bei anderen Conchiferen, als bandartige Gebilde vor, die entweder rein homogen aussahen oder mit einer körnigen Axe versehen waren, welche hier und dort Kernrudimente sichtbar werden liess. (Müll. Arch. 1855, p. 50.)

Die Textur der Muskelfasern bei *Mermis nigrescens* und *Gordius aquaticus* fand Meissner völlig übereinstimmend mit *Mermis albicans*, worüber im vorletzten Jahresberichte das Wichtigste mitgetheilt wurde. Die Muskelfaser, das Analogon des Muskelprimitivbündels, stellt ein verschieden breites Band dar, welches aber nicht quergestreift, sondern, gemäss ihrer Zusammensetzung aus äusserst zarten Fibrillen, fein längsgestreift ist. An abgerissenen Enden isoliren sich die Fibrillen durch Zerfasern leicht. Eine Primitivscheide war auch hier nicht zu entdecken. Bei *M. nigresc.* besassen die Fibrillen eine Breite von $^1/_{1200}$'''. Die Dicke der Faser ist geringer als bei *M. albicans*, etwa $^1/_{400}$''', bei *Gordius* nur $^1/_{500}$'''.

Histologische Formelemente des Nervensystems.

Das Nervensystem gehört zu denjenigen Theilen der mikroskopischen Anatomie, in welcher die neueren Fortschritte mehr Räthsel und Kontroversen gebracht, als gelöset haben. Die neuere Zeit hat besonders zwei Thatsachen konstatirt, nämlich die, dass die Nervenfasern kontinuirlich mit einer Anzahl von Nervenkörpern verbunden sind, und dann, dass der Cylinder axis als ein natürlicher, mit der Hauptmasse des Nervenkörpers im kontinuirlichen Zusammenhange stehender Bestandtheil der Nervenfaser angesehen werden muss. Ausserdem ist eine dritte Thatsache nicht abzuweisen, dass nämlich die Scheide der Nervenfasern und Nervenkörper zu den Bindesubstanzgebilden zu rechnen sei. Durch diese Thatsachen sind unsere Vorstellungen von den Nervenfasern und dem Nervenkörper in doppelter Beziehung verändert und unsicher geworden. Nervenfaser und Nervenkörper, auch in ihrem untrennbaren Zusammenhange, stellen nicht das histologische Formelement des Nervensystems dar, sondern sind komplexe Körper, an welchen ausser dem eigentlichen Formelement, aber mit ihm in inniger Verbindung, auch noch ein Bindesubstanzgebilde und das Nervenmark als differente Theile participiren. Wir dürfen darauf gefasst sein, dass die innige Verbindung der bezeichneten Bestandtheile der richtigen Würdigung des eigentlichen histologischen Formbestandtheiles im Nervensystem grosse Hindernisse entgegenstellen wird, namentlich in Gegenden, wo bisher die Schwierigkeiten schon gross genug waren. Ausserdem aber ist es gegen-

wärtig, wegen der zahlreichen Verbindungen der Nervenkörper unter einander und wegen der Unsicherheit in Betreff etwa vorhandener centraler Ausläufer derselben, nicht gut möglich, auch nur über die äusseren Formverhältnisse des histologischen Formelements im Nervensystem sich eine bestimmte Vorstellung zu machen. Der schlüpfrige Boden, auf dem wir uns befinden, hat sich durch die neuesten Arbeiten auf diesem Gebiete bereits hinlänglich verrathen.

M. B. Stilling hat der Pariser Akademie die Resultate seiner Untersuchungen über den Bau der primitiven Nervenfasern und des Nervenkörpers mitgetheilt (Compt. rend. Tom. XLI, p. 827 sq. und p. 898 sq.). Die Nervenfaser ist nach ihm zusammengesetzt aus zwei Bestandtheilen, aus einem peripherischen und einem centralen. Der peripherische Bestandtheil umfasst das, was man bisher das Mark und die Nervenscheide genannt hat, und soll aus einem Netzwerk äusserst feiner, $^1/_{1500}$ — $^1/_{3000}$''' breiter Röhrchen bestehen, die nach allen Richtungen hin längs, quer und schief verlaufen, dabei sich theilen und unter einander anastomosiren. Der centrale Bestandtheil oder der Cylinder axis besteht aus drei, konzentrisch über einander liegenden Schichten, von welchen eine grosse Zahl kleiner Röhrchen ausgehen, die mit dem Netzwerk des peripherischen Bestandtheiles kommuniziren; die von der innersten Schicht ausgehenden Röhrchen durchdringen dabei die mittelste und äussere Schicht, um zu den peripherischen Röhrchen zu gelangen, u. s. f. Und weiter sollen die Röhrchen einer Primitivfaser mit denjenigen einer benachbarten Nervenfaser anastomosiren. Der Verf. proponirt für diese sehr zweifelhaften Röhrchen den Namen „tuyaux élémentaires nerveux". Bei allen Wirbelthieren soll dieser Bau der Nervenfaser an feinen Längs- und Querschnittchen in Chromsäure (4—6 pCt.) erhärteter und bei 700—900facher Vergrösserung beobachteter Nerven sich nachweisen lassen. Die kleinen Elementarröhrchen werden durch Chromsäure bläulich gefärbt. Von den drei Schichten des Cylinder axis erscheint gewöhnlich die centrale in rother, die mittlere in blauer, die äusserste in gelbröthlicher Farbe. Auch bei *Petromyzon fluviatilis*, deren Nervenfasern im Rückenmark nach den bisherigen Erfahrungen durch die Abwesenheit des Markes und der Primitivscheide sich auszeichnen, findet Stilling ebenfalls ein Netzwerk von Röhrchen, das gerade den Platz einnimmt, an welchem bei Säugethieren das Mark sich befindet. Desgleichen wurde dieses Netzwerk auch an den schmalen Nervenfasern, bei welchen der Cylinder gewöhnlich excentrisch liege, beobachtet. Die Stilling'schen Elementarröhrchen sollen als Inhalt das Nervenmark führen, von dem man bisher glaubte, dass es den freien Raum zwischen Cylinder axis und Nervenscheide ausfülle. — Was die Nervenkörper betrifft, so fand der Verf.

eine deutliche Hülle sowohl an den centralen, als an den peripherischen Nervenzellen, und diese ist gleichfalls aus sehr feinen Elementarröhren, denen ähnlich wie bei den Nervenfasern, zusammengesetzt. Es besitzt diese Hülle eine doppelte Kontour und sendet von ihren Röhrchen Abzweigungen aus, die theils ins Innere (Parenchym) der Nervenzelle, theils nach Aussen zur Verbindung mit den gleichen Röhrchen benachbarter Nervenzellen treten. Diese Hülle setzt sich kontinuirlich auf die Ausläufer der Nervenkörper fort. Die granulirte Hauptmasse des Nervenkörpers, das von Stilling sogenannte Parenchym der Nervenzelle, soll gleichfalls eine doppelte Kontour zeigen, die nur durch die Verbindungen der Röhrchen der Hülle mit denen des Parenchyms unterbrochen wird. Das Parenchym nämlich besteht wiederum nur aus einem sehr dichten Netz feiner Elementarröhrchen, die einerseits, wie angegeben, mit dem Netz der Hülle, andrerseits mit dem Kern der Zelle sich verbinden. Auch dieser Kern ist nur aus einem Netz feiner Elementarröhren zusammengesetzt. Er zeigt immer eine doppelte Kontour, die durch die Verbindung der Röhrchen mit dem Parenchym und mit dem Kernkörperchen unterbrochen ist. Zuweilen gehen von dem Kern Ausläufer hervor, die sich durch das Parenchym bis nahe zur Hülle verfolgen lassen und dadurch im Allgemeinen die Form des Kerns unregelmässig machen. Das Kernkörperchen lässt 3 durch ihre verschiedene Färbung sich auszeichnende, konzentrisch über einander gelagerte Schichten erkennen, eine centrale rothe, eine mittlere blaue und eine äusserste gelbliehrothe. Diese Färbungen hängen wahrscheinlich von der Einwirkung der Chromsäure ab. Von einer jeden Schicht gehen Elementarröhrchen aus, die sich oft bis zur Grenze des Kerns verfolgen lassen. Die Kontour des Nucleolus ist daher nicht immer kreisförmig, sondern elliptisch und gezähnelt. Alle centralen Zellen sind ohne Ausnahme mit Ausläufern versehen, die aus dem Parenchym hervortreten und wie dieses aus sehr feinen Elementarröhren zusammengesetzt werden. Je mehr diese Röhrchen sich von dem Nervenkörper entfernen, desto zarter und feiner werden sie in Folge von wiederholten Theilungen, bis sie schliesslich die Feinheit der Elementarröhrchen der die Nervenfaser bildenden Netze erreicht haben. Ausserdem lösen sich aber aus dem Parenchym auch noch sehr feine Fäden ab, die ohne Bifurkation allmälig an Breite abnehmen. Einige Male sah der Verf. Fortsätze, die zwei Zellen unter einander verbanden. Diese Fäden sind stärker und theilen sich nicht. — Referent hatte in den verflossenen Monaten recht oft Gelegenheit, die feinsten, durch einen sehr geübten Beobachter (Prof. Jacubowitsch) gefertigten Schnittchen von Nerven und Rückenmark auf die von Stilling mitgetheilte Ansicht von dem Bau der Nervenfasern und Nerven-

körper zu prüfen. Es ist ihm die Ueberzeugung geworden, dass die Theorie der Nerven-Elementarröhrchen auf Täuschungen beruht, welche durch die Anwendung zu starker Vergrösserungen und durch mangelhafte Würdigung der Veränderungen, welche das Mark, der Inhalt der Kerne der Nervenkörper, selbst die granulirte Masse der letzteren, sowie die Bindesubstanzgebilde erleiden, herbeigeführt worden sind.

Durch die Mittheilungen Stilling's wurde Gratiolet veranlasst, die Resultate seiner Untersuchungen über die Ausläufer der Nervenkörper der Akademie kurz anzudeuten (Compt. rend. p. 956 u. 957). Die multipolaren Zellen des Rückenmarks vereinigen sich durch ihre zahlreichen Ausläufer und bilden dadurch ein sehr komplicirtes Netz. Die Zellen liegen in zwei Gruppen, die eine in den hinteren, die andere in den vorderen Hörnern. In den ersteren Hörnern finden sich auch sehr viele kleine Zellen, die sich bis zur gelatinösen Substanz hin erstrecken. Ueberall lassen sich die bezeichneten Verbindungen nachweisen. Ausser diesen Ausläufern giebt es noch andere, die sich ausserordentlich fein ramificiren. Von den feinen Zweigen gehen einige zu den vorderen Strängen und vorderen Spinalwurzeln, und ebenso, wenigstens bei der Katze, aus den in der Nähe der gelatinösen Substanz gelegenen Nervenzellen zu den hinteren Strängen und hinteren Nervenwurzeln. Der Verf. fand ferner, dass mit der Grösse der Thiere auch die Grösse der Nervenkörper wachse.

Remak hat, wie er sagt, Mittel gefunden, in Betreff der grossen multipolaren Nervenkörper in den vorderen Hörnern des Rückenmarks festzustellen: 1) dass jede Zelle mit einer motorischen Nervenwurzelfaser in Verbindung tritt; 2) dass die übrigen centralen Fortsätze sich physikalisch und chemisch von jener Faser unterscheiden; und 3) dass die Zahl der übrigen Fortsätze durch 2 theilbar ist, und dass ebenso viele centrale Fortsätze nach dem Kopfe wie nach dem Schwanze, ebenso viele nach hinten wie nach vorn ziehen.

C. Küttner hat in seiner Inaugural-Abhandlung (De origine nervi sympathici ranarum ex nervorum dissectorum mutationibus dijudicata; Dorpati 1854) über die mikroskopische Anatomie des N. sympathicus beim Frosch folgende Beobachtungen mitgetheilt. Die Nervenkörper finden sich nur in den Ganglien des N. sympath., niemals in den Nervensträngen, wie z. B. in den Ramis communicantib.; in dem Herzen allein kommen Nervenkörper auch in den Nerven vor. Die Nervenkörper des N. sympath. sind durch ihre geringe Grösse, durch die zarten Konturen und durch ihren sehr deutlichen Kern ausgezeichnet. Ihre Grösse schwankt zwischen 0,00056 und 0,00082‴, die der Nervenkörper in den Spinalganglien zwischen 0,0007 und 0,0012‴. Während die Nervenkörper der Spinalganglien stets bipolar sind, zei-

gen die des Sympathicus beim Frosch stets nur einen Ausläufer, der nach kurzem Verlaufe sich in 2, nach einer und derselben Richtung hinziehende Aeste spaltet. Nervenkörper mit 3 und sogar mit 12 Ausläufern, wie sie von Remak bei Fischen beobachtet worden, kommen bei Fröschen nicht vor. Dagegen sah der Verf. multipolare Nervenkörper im Sympathicus des Hundes und der Katze; die Nervenkörper haben aber auch hier eine ganz andere Form. Küttner hält die Bidder-Volkmann'schen Unterschiede der sympathischen und cerebrospinalen Nervenfasern fest. In Bezug auf die Atrophie der Nervenfasern, welche sich nach Trennung derselben vom Centrum einstellt, ist ein wesentlicher Unterschied zwischen den sympathischen und cerebrospinalen Nervenfasern nicht bemerkbar. Nach etwa 2 Wochen zeigen sich nun die Veränderungen, die man an frischen Nervenfasern mit der Koagulation des Markes bezeichnet. Etwas später trennt sich das Mark in einzelne Partieen, die durch lichte Zwischenräume getrennt werden, in welchen eine Reihe von Fetttröpfchen liegt. Der Axencylinder kann jetzt nicht mehr erkannt werden. Endlich schwinden, unter allmäliger Verkleinerung dieser Portionen, die Reste des Markes, während die Reihe der Fetttröpfchen sich verlängert, so dass gewöhnlich nach Verlauf von 3 Monaten auch jede Spur von Mark geschwunden ist, und die Primitivscheide nur eine grosse Menge Fetttröpfchen enthält. Zuletzt schwinden aber auch diese Fetttröpfchen und es bleibt ein solider Strang von Bindegewebe übrig, der nur durch sein gestreiftes Ansehen die Gegenwart der Primitivscheide andeutet. Nur in dem Theile des Nerven, der vom Centrum abgetrennt ist, wird die beschriebene Atrophie sichtbar, das centrale Stück bleibt unverändert, mit Ausnahme des unmittelbar an der Schnittfläche angrenzenden Stückes. Die nach Abtrennung des Nerven und der Resorption der übrigen Bestandtheile in der Primitivscheide auftretenden Fetttröpfchen dürfen nicht als durch Infiltration eingedrungen betrachtet werden; sie stellen vielmehr die Residuen des Marks dar. Als die geeignetste Zeit zu Versuchen empfiehlt der Verf. den Monat September, da sonst die Frösche zu leicht sterben; während des Winters aber gehen die Veränderungen zu langsam vor sich. Bei Durchschneidung der Ram. communic. (mit den 7, 8, 9 Spinalnerven) zeigte sich die Entartung der (schmalen) Nervenfasern in dem Theile, der mit den Spinalnerven in Verbindung geblieben war; desgleichen fanden sich die schmalen Nervenfasern auch in dem Theile der Spinalnerven verkümmert vor, der unterhalb der Insertion des Ram. comm. fortgeht; nicht aber in den vorderen und hinteren Nervenwurzeln, in denen überhaupt keine schmalen Fasern anwesend waren. Auch in den Nerv. dorsalis posticus zeigen sich verkümmerte schmale Nervenfasern und zwar neben unversehrten, wenn nur der

R. comm. durchschnitten wird. Wird gleichzeitig der Ram. communic. nnd der Rückenmarknerv durchschnitten, so verkümmern sämmtliche schmale Fasern in dem hinteren Aste des Spinalnerven. Daraus wird gefolgert, dass die in dem R. dorsalis spinalis enthaltenen schmalen Fasern sowohl aus dem Sympathicus, als aus den Spinalganglien oder vielleicht aus der Medulla spinalis entspringen; die schmalen Fasern des Ram. communic. nehmen ihren Ursprung aus den sympathischen Ganglien, desgleichen diejenigen, welche unterhalb der Insertion der Ram. comm. in dem Spinalnerven angetroffen werden. In Bezug auf die breiten Fasern der Spinalnerven zeigte sich beim Schnitt unterhalb des Gangl. spinale, dass die Entartung derselben nur unterhalb des Gangl. eingetreten war. Nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln erhält sich der am Rückenmark hängende Theil normal, bei Durchschneidung der hinteren Wurzeln dagegen der mit dem Gangl. spinale in Verbindung gebliebene — zum grössten Theile. Während aber die breiten Fasern in der vorderen Wurzel unterhalb des Schnittes durchweg atrophiren, so fanden sich in der hinteren Wurzel oberhalb des Schnittes neben atrophirten Fasern auch normale, sowie unterhalb des Schnittes neben den normalen auch eine Anzahl verkümmerter. Die breiten Fasern der hinteren Wurzeln stehen demnach in Abhängigkeit sowohl von dem Gang. spin. als von der Med. spin.

Lent's Untersuchungen über die Regeneration durchschnittener Nerven sind in der Zeitschr. f. w. Zool. (Bd. VII p. 145 sq.) mitgetheilt. Die Resultate stimmen im Wesentlichen mit denjenigen überein, die Küttner erhalten hat. Nach dem Hinschwinden der Fettkörnchen sollen, nach Anwendung von Essigsäure, die bis dahin durch das Mark verdeckten Kerne sehr deutlich hervortreten. Mit Schiff unterscheidet der Verf. die entzündlichen und paralytischen Erscheinungen bei der Regeneration, die allerdings beide schliesslich auf die fettige Metamorphose des Nervenmarks hinausführen. Nach der Durchschneidung sind die ersten Erscheinungen entzündlicher Natur nnd geben sich an beiden Schnittenden darin zu erkennen, dass hier die Fettmetamorphose viel schneller vor sich geht, als da, wo sie in Folge der Paralyse eintritt. Nervenröhren von feinerem Durchmesser degeneriren viel schneller, als breitere Nervenfasern. Gegen Schiff behauptet Lent, dass der Axencylinder in der degenerirten Nervenfaser mit Sicherheit nicht nachzuweisen sei. Die Degeneration erfolgt schneller bei jungen Thieren, als bei älteren, desgleichen schneller bei warmblütigen Thieren, als bei Fröschen. In Betreff der Regeneration ist der Verf. der Ansicht, dass die durchschnittenen Enden der Nervenröhren sich wieder vereinigen und die leer gewordenen Röhren des peripherischen Stückes nach und nach wieder dunkel-

randig werden, indem sie sich, wie die embryonalen Nervenfasern, wieder mit Mark füllen und Axencylinder erhalten. Gegen die Angabe Lent's, dass der Axencylinder in dem peripherischen Theile verloren gehe, bemerkt Schiff (Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VIII, p. 339), dass derselbe durch 24—28 stündige Behandlung mit Sublimat (konzentrirte Lösung) und nachträglichem Zusatz von Essigsäure sehr brillant zu sehen sei. Nach Schiff schreitet die Degeneration in den feinsten Verzweigungen des Nerven innerhalb der Organe ungleich rascher als im Stamme vorwärts. — Auch C. Bruch hat sich längere Zeit mit der Regeneration durchschnittener Nerven beschäftigt und giebt als vorläufiges Resultat seiner Untersuchungen an, dass der Prozess unter verschiedenen Umständen abweichend verlaufe. In glücklichen Fällen findet eine reunio per primam intentionem Statt, so zu sagen durch unmittelbare Vereinigung sich berührender Faserenden. In anderen Fällen scheint auch Wiederverheilung getrennter Nervenfasern auf Distanz einzutreten. In weitaus den meisten Fällen geht das peripherische Stück des Nerven durch die oben besprochene Fettmetamorphose ganz verloren und wird durch Verlängerung des centralen Stückes der Nervenfasern und durch die, an den Schnittstellen gebildete Narbe, sowie durch den atrophirenden Nerven, der gewissermaassen den Weg anzeigt, ersetzt. Die Neubildung soll von den Kernen der Nervenfasern des centralen Stückes, — oder vielleicht von den Kernen der Nervenfaserscheiden ausgehen. (Arch. d. Vereins f. gemeinschaftl. Arb. etc. Bd. II, p. 409 sq.)

Unter F. Bidder's Leitung ist ferner die Struktur des Rückenmarks vom Frosch und von Vögeln untersucht worden. A. Kupfer's Untersuchungen in Betreff des Frosches sind in seiner Inaugural-Abhandlung (De medullae spinalis textura in ranis rat. imprimis habita indolis substantiae cinereae. Dorp. Liv. 1854) niedergelegt. Der Verf. unterscheidet in der grauen Masse, die an dem Sulcus medianus anterior sich kontinuirlich in die Pia mater fortsetzt, abgesehen von den Gefässen: eine formlose Masse, Zellen und Fasern. Die formlose Masse macht den überwiegenden Theil aus, in welchem die übrigen Bestandtheile wie in einem Stroma eingebettet sind. An feinen Schnittchen hat sie ein hyalines, granulirtes, hin und wieder fein gestreiftes Ansehen, das durch feine Falten und Runzeln bewirkt wird. Bei Behandlung mit Essigsäure quillt sie zu einer gleichförmigen, hyalinen Masse auf. In ihrer Mitte befindet sich der centrale, mit Cylinderepithelium ausgekleidete Kanal. Die in ihr eingebetteten Zellen sind zweifacher Art. Zu der einen Art gehören die multipolaren Nervenkörper, welche sich an Chromsäure-Präparaten durch ihre grünlich-braune Färbung auszeichnen. Ihre Beschaffenheit ist genau so, wie sie von Schilling bei Säugethieren, von Owsjannikoff bei Fischen be-

schrieben worden sind. Sie haben ihren Sitz in den vorderen Hörnern; beim Frosch überschreiten sie niemals den mittleren Querdurchmesser der M. spinal. und kommen also niemals in den hinteren Hörnern vor. Die isolirte Ganglienzelle hat eine dreieckige Form; der eine Winkel ist nach vorn und einwärts (gegen die Mittellinie), der zweite gegen die vordere Wurzel, der dritte gegen die hintere Wurzel der Rückenmarksnerven gewendet und läuft in einen Fortsatz aus, der in den Cylinder axis der betreffenden Nervenfasern übergeht. Sehr selten wird ein vierter Ausläufer bemerkbar. Der längste Durchmesser der Zellen schwankt zwischen 0,008‴ — 0,01‴ P.; der grosse Kern ist fein punktirt (Wirkung der Chromsäure? R.). Die zweite Art von Zellen ist rundlich; der Durchmesser schwankt zwischen 0,0035‴ — 0,004‴. Sie haben eine braune Färbung und enthalten 1 sogar 2 Kerne. Sie sind regelmässig in der grauen Masse vertheilt, doch zahlreicher im Filum terminale und in der grauen Masse, welche den Boden des vierten Ventrikels bildet. Mit der formlosen Masse hängen sie so innig zusammen, dass sie niemals ohne anhängende Partikelchen derselben isolirt werden können. An feinen Schnittchen überzeugt man sich, dass diese Zellen feine Strahlen (1 — 3) ausschikken, die mit den Ausläufern benachbarter Zellen kommuniziren. In der Nähe des Centralkanals scheinen diese Strahlen mit den feinen Ausläufern der Epithelialzellen eine Verbindung zu unterhalten (p. 20). Die in der formlosen Masse cingebetteten Fasern sind zunächst die Ausläufer der Nervenkörper, die sich in die respektiven Nervenfasern fortsetzen oder wahrscheinlich eine Kommissur mit den Nervenzellen der anderen Seite unterhalten. Niemals beobachtete der Verf., dass die Ausläufer spitz endigen oder sich in feinere Fasern theilen. Ausserdem erscheint in der grauen Masse des Rükkenmarks ein irreguläres Netz von Streifenzügen, in welchem jedoch keine besonderen, bestimmt abgegrenzten morphologischen Elemente nachzuweisen sind. Konstant nur erscheint ein System sich durchkreuzender Fascikel oberhalb des Grundes des Sulcus med. anterior und eine Art Rhachis mediana in der Mittellinie der grauen Masse oberhalb und unterhalb des Centralkanals. Das System sich durchkreuzender Fascikel oder die sogen. Kreuzungsbündel (fasciculi decussati) Blattmann's gehören dem Fortsatz der Pia mater an, welcher in den Sulcus median. anterior hineintritt. Am Grunde der bezeichneten Furche gehen dann weitere Ausläufer in die graue Masse und in die vorderen Stränge hinein, die bezeichneten Kreuzungsbündel bildend. Die erwähnte Rhachis scheint nur ein mehr verdichteter und soliderer Theil des Stroma's der grauen Substanz zu sein. Von einer hinteren Kommissur der Nervenfasern oder Nervenkörper ist bei Fröschen keine Spur zu finden. Kupfer ist besonders bemüht gewesen zu

beweisen, dass die graue Substanz des Rückenmarks beim Frosch zum grösseren Theile aus formlosem Bindegewebe bestehe, zu welchem die oben bezeichnete formlose Masse als Grundsubstanz, die rundlichen und sternförmigen Zellen, desgleichen die interstitiellen elastischen Fasern (Henle's Kernfasern) als Bindesubstanzkörperchen gehören. Breite, markhaltige Nervenfasern kommen in der grauen Substanz nicht vor; die Fasciculi decussati bestehen aus demselben Gewebe wie die Pia mater. Eine von C. Schmidt ausgeführte chemische Analyse der weissen Substanz aus der Commiss. max. cerebri des Menschen und der grauen Substanz aus der Rindenschicht der Hemisphären ergab, dass die graue Substanz, das Fett als Einheit genommen, sechs Mal mehr Albuminate, neun Mal mehr Leim gebende Substanz, eilf Mal mehr anorganische Salze, sechs und ein halbes Mal mehr Wasser, als die weisse Substanz enthält. In der wasserfreien weissen Substanz kommen auf 100 Theile: 74,26 Cholestearin, Fette, Fettsäuren und deren Salze; 20,53 Albuminate etc.; 4,0 Leim gebende Stoffe; 1,21 anorganische Stoffe. Diesem entsprechen in der grauen Substanz die Zahlen: 30,46; 49,21; 14,74; 5,59.

Die Struktur und Textur des Rückenmarks der Vögel ist von Metzler untersucht worden. (De medullae spinalis avium textura; Dorp. Livon. 1855.) Es wurden besonders beobachtet das Rückenmark von der Gans und vom Huhn; im Wesentlichen wurden für die Vögel die Resultate gewonnen, welche die Dorpater Anatomen für die Säugethiere, Fische, Frösche erhalten hatten. Bei den Vögeln tritt ein sehr deutlicher Fortsatz der Pia mater auch in die Fissura med. post. hinein und steht mit der grauen Substanz des Rückenmarks im Zusammenhange. Der Verf. identificirt diesen Fortsatz mit demjenigen, der in den Sulc. med. ant. sich hineinbegiebt. Dieses ist nach des Ref. Studien über die Entwickelung des Centralnervenrohrs nicht zulässig. Der Sulc. med. anter. ist seiner Entstehung nach den Sulci cerebri etc. vergleichbar; die Fiss. med. post. ist zugleich mit dem sog. Centralkanal des Rückenmarks der umgewandelte Hohlraum des ursprünglichen Centralnervenrohrs. Die hintere Kommissur der Med. spinal. ist mit der Commissura mollis des Gehirns zu vergleichen; wie die letztere den Hohlraum des Trichters von dem übrigen Hohlraum des dritten Ventrikels scheidet, so die graue Kommissur des Rückenmarks den späteren Centralkanal von der Fissura med. posterior. Die in die Fiss. med. post. eintretende Fortsetzung der Pia mater ist daher genetisch mit den Plexus choroidei zu vergleichen, die gleichfalls ihren kontinuirlichen Zusammenhang mit der Pia mater haben. Bei den Vögeln soll nach dem Verf. eine Verbindung der symmetrischen Hälften des Rückenmarks durch Nervenfasern nur in der vorderen Kommissur bestehen. Diese

Fasern sind Kommissur-Fasern zwischen den multipolaren Zellen in den vorderen Hörnern der grauen Snbstanz und zwar auch markhaltige Fasern, und bilden in der That, was besonders deutlich an der Intumescentia sacralis zu erkennen ist, Fasciculi decussati. Die Kreuzung kommt besonders dadurch zu Stande, dass die Ausläufer der Zellen der einen Seite, auf ihrem Verlauf zur Verbindung mit den Nervenzellen der anderen Seite, aus der granen Substanz der einen Seite in einem Bogen zu den vorderen Strängen der anderen Seite hinüberzieben und durch die letzteren hindurch sich wieder zu den Nervenkörpern der grauen Snbstanz dieser Seite hinwenden, um die erwähnte Kommissur zn bilden. Die Kreuzung wird also durch einen Theil der Kommissurfasern bewirkt. In der hinteren Kommissur finden sich keine Nervenfasern, und es sei desbalb auch nnpassend, sie Kommissur zu nennen. Die graue Substanz des Rückenmarks bestebt der Hauptsache nach aus Bindesubstanz, wie bei den Fröschen; die gelatinöse Substanz soll sogar nur Bindesubstanz sein. Der Centralkanal ist von Cylinderepithelium ausgekleidet und mit in Chromsäure koagulirendem Flnidum erfüllt. Die Nervenkörper finden sich hauptsächlich in den vorderen Hörnern und erstrecken sich von da bis in die Region des Centralkanals. In den hinteren Hörnern sollen auch bei Vögeln keine multipolaren Ganglienkörper vorkommen; in der beigefügten Zeichnung sieht man jedoch Nervenkörper, die schon in der Basis des hinteren Hornes ihre Lage haben. (R.) Die Beschaffenheit der multipolaren Ganglienkörper ist genau so, wie beim Frosch. Die im Rückenmark vorkommenden Fasern sind entweder nackte Axencylinder, oder markhaltige Nervenfasern. Die angeblichen schmalen oder grauen Fasern, desgleichen gelatinöse Fasern sind nicht vorhanden. Alle diese Fasern, sowohl die der hinteren und vorderen Nervenwurzeln, als die Längsfasern, desgleichen die Fasern der Kommissur nehmen ihren Ursprung in den Nervenzellen. Das Filum terminale der Vögel ist ein Strang von Bindegewebe, der als Verlängerung der Medull. spinal. den Centralkanal enthält und aus der Pia mater nnd grauen Substanz bestebt. An der Intnmescentia lnmbalis lässt sich auch eine Fissura lateralis posterior nachweisen.

Jakubowitsch und Owsjannikow haben gemeinschaftlich Untersuchungen über die Nervenursprünge im Gehirn angestellt, deren Resultate vorläufig in den Schriften der St. Petersburger Akademie der Wiss. (Mélang. phys. et chimiq. 1855, T. II, p. 443 sq.) mitgetheilt worden sind. Die drei höheren Sinnesnerven entspringen von kleinen Zellen mit etwa 3—4 feinen Ausläufern. Es sind diese Zellen 3—4 mal kleiner, als die in den vorderen Hörnern des Rückenmarks, sie sind auch heller gefärbt, von mehr ovaler Form, und ihre Ausläufer sind auch 3—4 Mal feiner. Alle übrigen Nerven

nehmen ihre Ursprünge von kleinen und grossen Zellen, so namentlich auch der Nerv. oculomotorius, der N. trochlearis, port. minor des N. trigeminus, der N. abducens, der N. facialis. Die Verff. nennen die grossen Zellen „Bewegungszellen“, die kleinen „Empfindungszellen“, und die zuletzt bezeichneten Nerven sind demnach gemischter Natur. Die grossen Hemisphären des Hirns bestehen nur aus kleinen Zellen mit feinen Ausläufern, die zum Centrum hinziehen. An der Oberfläche des kleinen Gehirns finden sich grosse Zellen, welche Axencylinder zur Peripherie entsenden, die mit einander anastomosiren und sich ungemein fein verästeln. Auch zum Centrum schicken sie Aeste, welche mit feinen Zellen sich verbinden, und von diesen Zellen gehen erst die Nervenfäden ab, welche die weisse Substanz des kleinen Hirns bilden. Zwischen vielen Nervenzellengruppen lassen sich Kommissuren nachweisen.

Ref. bedauert, dass er die Schrift Schröder van der Kolk's: „Anat.-phys. Onderzoek. over het fijnere zusamenstel. en de Werking van het ruggemerg. Amsterd. 1854. Mit 3 Tafeln“ sich noch nicht hat verschaffen können. Nach Henle's Bericht erkennt der Verf. keine anderen, als multipolare Ganglienzellen in den Centralorganen an. Die Ausläufer der Nervenkörper stehen im Rückenmark theils mit den Nervenfasern, theils mit anderen Nervenkörpern in kontinuirlicher Verbindung.

Von R. Blessig ist unter Bidder's Leitung die Textur der Netzhaut untersucht worden. (De retinae textura disquisitiones microscopicae. Dorp. L. 1855.) Wegen der verschiedenen mikroskopischen Beschaffenheit theilt der Verf. die Retina in zwei Bezirke, Zonen, Abschnitte, den hinteren und vorderen. Die Trennungslinie beider Abschnitte liegt im Aequator des Bulbus und ist von der Insertion des Sehnerven an der inneren Seite 4,5''' P., an der äusseren dagegen fast 6''' P. entfernt; von der Ora serrata ist sie unter solchen Umständen auf beiden Seiten gleich weit entfernt gelegen. Die Dicke der Netzhaut ist nach Aussen von der Insertion des N. optic. bedeutender als nach Innen, etwa 0,207'''. An der Trennungslinie beider Abschnitte ist die Retina am dünnsten, ungefähr 0,059''' P. dick (an Chromsäure-Präparat? R.). In dem vorderen Abschnitte nimmt sie gegen die Ora serrata hin ganz allmälig an Dicke zu und verdünnt sich dann schliesslich mit einem Margo acutus. Die Stäbchenschicht ist im Allgemeinen 0,026''' P. dick und erstreckt sich über die ganze Retina hin. Da die Zapfen und Stäbchen nur eine einfache Kontour besitzen, auch nicht durch Reagenzien sich eine Membran darstellen lässt, und da sie überdies so leicht in Stückchen zerfallen, so werden sie für solid gehalten. Die Körner der äusseren Körnerschicht haben einen Durchmesser von 0,003''' P.; sie werden vom Verf. gleichfalls für Zellen

gehalten, deren Zellmembran den granulirten (? R.) Kern enge umschliesst. Ein jedes Korn hängt durch einen Faden (Müller'sche Radialfaser) mit einem Zapfenkern zusammen. Ausserdem gehen von den Körnern Fäden ab, von welchen einige in andere Körner übergehen, andere in die nächste Schicht auslaufen. Auch die Stäbchen hängen mit einem Korn (Stäbchenkorn, Köll.) zusammen, von welchem wiederum öfters ein zartes Fädchen abgeht, das ohne Zweifel ein Stück einer Fibra radialis darstellt. Die Radialfasern zeigen nach dem Verf. bei starker Vergrösserung (500—600facher) nicht so bestimmte Begrenzung und oft eine sehr verschiedene Dicke. In der Retina eines Rindes, welche 24 Stunden hindurch gekocht worden war, liessen sich die Radialfasern nicht mehr entdecken. In Bezug auf die Frage, ob zwischen den Körnern mit ihren Radialfasern noch eine andere Verbindungssubstanz vorhanden sei oder nicht, entscheidet sich Blessig für das Erstere. Die zwischen der äusseren und inneren Körnerschicht gelegene „Zwischenkörnerlage" ist in der Entfernung einer Linie vom Colliculus n. opt. 0,045''' P. dick; weiterhin wird sie dünner. Sie besteht aus einer gleichförmigen Masse, die durch grössere, irreguläre Flecke oder Punkte ausgezeichnet ist, und zeigt eine radiäre Streifung. Die Flecke sind nicht optische Ausdrücke von besonderen Körnchen oder Molekulen, da solche auf keine Weise isolirt werden können; sie sind vielmehr der Ausdruck von Faltungen und Unregelmässigkeiten an der Oberfläche einer an sich homogenen Substanz. In derselben lassen sich ausserdem eine grosse Menge spindelförmiger Körper unterscheiden, deren Enden nach aussen, gegen die Stäbchen, und nach innen gerichtet sind. Vintschgau hält sie für Erweiterungen, H. Müller passender für Anschwellungen der Radialfasern. Die innere Körnerschicht ist in allen Gegenden des hinteren Abschnittes der Retina gleich dick, etwa 0,038''' P. Der Verf. findet diese Schicht, deren Körner weit grösser sind und die Zellennatur viel deutlicher zu Tage tragen, vollkommen gleich beschaffen mit der äusseren Körnerschicht. Das zwischen dem Stratum granulos. inter. und der Ganglienzellenschicht gelegene Stratum moleculare oder Kölliker's Schicht der grauen Substanz stimmt vollkommen mit der zwischen beiden Strata granulosa befindlichen Schicht überein, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Streifen und die spindelförmigen Körper fehlen. Die Benennung Stratum moleculare scheint dem Verf. unpassend, da sich in keiner Weise Körnchen oder Molekule darstellen lassen. Die granulirte Zeichnung ist von kleinen Runzeln und Fältchen abhängig. Auch ist Blessig niemals geglückt, eine radiäre Streifung an dieser Schicht wahrzunehmen, aus welcher sich auf die Anwesenheit der Radiärfasern auch in dieser Schicht schliessen liesse. Ref. sah die radiäre Streifung noch in diesen Tagen

ganz deutlich in der in Rede stehenden Schicht. Dagegen hat Ref. bisher vergeblich (bei Katzenaugen) nach der zwischen den beiden Körnerlagen beschriebenen, radiär gestreiften Schicht gesucht. Die Nervenzellenschicht erkennt Blessig nicht an; es ist ihm niemals gelungen, eine wirkliche Ganglienzelle aus dieser Gegend frei zu machen Diese Schicht besteht nach ihm vielmehr aus einem Maschenwerk, welches von bald dickeren, bald dünneren Bündeln von Fasern gebildet wird. Die Maschen, wenn sie geschlossen sind, haben die grösste Aehnlichkeit mit Zellen. Der Binnenraum wird aber nur von Portionen der molekulären Schicht mit einem Kern, wie er in den Körnerschichten vorkommt, angefüllt. Der Verf. will daher die Ganglienzellenschicht als dritte Körnerschicht aufgefasst wissen, in welcher die Körner jedoch nicht so dicht gedrängt bei einander liegen. Diese Ansicht Blessig's wird sicherlich Anstoss erregen; allein darin muss Ref. beistimmen, dass in der sog. Ganglienschicht an Chromsäure-Präparaten wirkliche Nervenkörper schwer nachzuweisen sind; die Körper in der zweiten Körnerschicht verrathen die Beschaffenheit eines Nervenkörpers viel auffallender. Die Dicke der in Rede stehenden Schicht beträgt, etwa 4''' vom Collicul. n. optici, 0,045''' P. In der Nervenfaser-Schicht sind (von Blutgefässen abgesehen, R.) zwei sehr verschiedene Bestandtheile zu unterscheiden: die eigentlichen Nervenfasern des N. opticus und die hier wiederum sichtbar werdenden Radialfasern. Das ganze Stratum ist in der Entfernung einer Linie vom Collic. n. opt. 0,038''' P. dick und verdünnt sich allmälig gegen den grössten Umfang des Bulbus hin. Jenseits des Aequators waren Nervenfasern nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Die Nervenfasern werden durch die Radialfasern in Bündel geschieden, und diese Bündel nehmen gegen den Aequator hin allmälig an Dicke ab, während gleichzeitig die Radialfasern dicker und häufiger werden. Die letzteren entspringen nach dem Verf., wie schon angegeben, am inneren Theile des molekulären Stratums, bilden dann das erwähnte Netzwerk der sog. Ganglienzellenschicht und der Nervenfasernschicht, in dessen Maschen die scheinbaren Nervenkörper und die Bündel von Nervenfasern enthalten sind, und nehmen schliesslich, beim Uebergange zur M. limitans hin, einen regelmässigeren, radiären Verlauf an, um sich, sich kelchartig erweiternd, mit der M. limitans zu vereinigen. Diese Vereinigung erfolgt unter kontinuirlichem Uebergange der Radialfasern in der M. limitans derartig, dass letztere aus den kelchartigen Erweiterungen der Radialfasern gebildet erscheint. Die M. limitans enthält keine Kerne und Zellenbestandtheile; sie zeigt sich als eine homogene, elastische Membran. Was die Macula lutea betrifft, so hält Blessig den um die Fovea centralis nach dem Tode sichtbaren Wall für eine Falte der Netzhaut, da der Wölbung an der Innenfläche eine Ver-

tiefung an der Aussenfläche enspricht. Die Fovea centralis zeichnet sich durch die geringe Dicke aus; sie beträgt 0,065''' P. An der letzteren Stelle sind nur die 1ste und 2te Körnerschicht und die Stäbchenschicht vorhanden. In der Umgebung der Fovea centralis sind alle Schichten, mit Ausnahme der Nervenfaserschicht, vorzufinden. Die Zapfenschicht ist etwas dünner, als an den übrigen Theilen der Retina. Das Stratum moleculare und die beiden Strata granulosa zeigen keine wesentliche Veränderung. Die Zwischenkörnerschicht und die sog. Nervenzellenschicht zeichnen sich durch ihre Dicke aus. Die Zwischenkörnerschicht hat ausserdem eine netzförmige Zeichnung. In der sogen. Ganglienzellenschicht finden sich nicht so erweiterte kelchartige Enden der Radialfasern vor, wie an den übrigen Stellen der Netzhaut. Wenn Nervenfasern in der Macula lutea vorhanden sind, so können sie daselbst nur in einer solchen dünnen Schicht liegen, dass man sie auf Querschnitten nicht sieht. — In dem vorderen Abschnitt erleidet die Stäbchenschicht keine Veränderung. Die äussere Körnerschicht hat an Dicke abgenommen und die Körner liegen weniger dicht gedrängt an einander. Auf gleiche Weise verhält sich die innere Körnerschicht. Die Zwischenkörnerschicht scheint allmälig ganz zu schwinden. Statt dessen treten kleinere und grössere Lücken, Hohlräume auf, die von einer eigenthümlichen, strukturlosen Substanz erfüllt sind. Die sie umgebende Substanz, welche zugleich Septa zwischen den Hohlräumen bildet, erscheint um die Lücken herum konzentrisch, in grösserer Entfernung von ihnen radiär gestreift, enthält hier und da Körner und geht kontinuirlich in die zwischen den Körnern der Strata granulosa befindliche Substanz über. Je mehr dieses Lacunensystem an Dicke zunimmt, um so mehr schwindet auch das Stratum moleculare und die sogen. Nervenzellenschicht, so dass das Stratum granulosum internum unmittelbar an die Membr. limitans angrenzt. — Kapillargefässe hat Blessig bis in die Zwischenkörnerschicht hinein verfolgt. — Blessig wirft schliesslich die Frage auf, zu welchen Geweben die in der Retina vorkommenden Theile zu rechnen seien? Bei Beantwortung dieser Frage hat sich der Verf. besonders durch einen Umstand leiten lassen, auf den Ref. bereits im letzten Jahresbericht aufmerksam gemacht: es ist der kontinuirliche Zusammenhang der Membr. limitans, einer bindegewebigen elastischen Membran, mit den Radialfasern und durch diese mit allen ausserhalb der Nervenfaserschicht gelegenen Theilen der Retina. Hieraus wird gefolgert, dass alle nach aussen von der Nervenfaserschicht gelegenen Strata zu den Bindesubstanzgebilden zu rechnen seien. Die Stäbchenschicht bereite allerdings dieser Ansicht grosse Schwierigkeit, da derartige Gebilde unter den Geweben der Bindesubstanz nicht bekannt seien. Gleichwohl seien sie nicht Nervenelemente und müssten

also entweder den Bindesubstanzgebilden beigezählt oder für morphologische Elemente eigner Art gehalten werden. C. Schmidt kochte mehrere Tage eine Partie Netzhäute, die von Rindern entnommen waren. Die Radialfasern und das Stratum moleculare waren nicht mehr vorzufinden; es waren übrig geblieben: Stücke von Stäbchen, die Zapfen, die Körner, die Nervenfasern, die Membr. limitans. Bei der chemischen Analyse gewann Schmidt eine Substanz, die weder genau die Reaktionen einer eiweissartigen Substanz, noch die des Leims gab.

Die unter Bidder's Leitung von Sahmen unternommene mikroskopische Untersuchung des Chiasma nervorum opticorum bestätigt im Wesentlichen die Angaben Hannover's. (Disquisit. microscopicae de chiasmat. optici textura. Dorpat. 1854.) Doch findet der Verf. die Vertheilung der Nervenfaserbündel, von der Commissura arcuata ant. abgesehen, verwickelter, als es nach den Angaben Hannover's scheinen könnte. Die Angabe Hannover's, dass die vordere bogenförmige Kommissur mit der grössten Menge ihrer Bündel der Oberfläche des Chiasma zunächst liege, hat sich nicht bestätigt. Sahmen fand vielmehr, dass die Kommissur nach der oberen Fläche hin schmäler sei und nach dem mittleren Horizontalschnitt an Breite zunehme. Desgleichen fand der Verf., dass die Commissura cruciata, welche nach Hannover nur $^1/_2$''' dick und nach der Commiss. ansata die kleinste sein soll, mehr als die Hälfte aller Fasern des Chiasma in Anspruch nehme.

Reissner hat bekanntlich nachgewiesen, dass in der Schnecke des Gehörorganes auch bei den Säugethieren und den Menschen ein Kanal verborgen liege, von welchem bisher nur die eine Wand, die P. membranacea lamin. spiralis, bekannt war, und den er Canalis cochlearis nennt. Dieser Kanal ist im ausgebildeten Zustande von dreiseitiger Begrenzung; die eine Seite bildet die häutige Spiralplatte, die zweite Seite ist gegen die Kuppel der Schnecke gewendet, die dritte, kleinste Seite entspricht der Stria vascularis Huschke und dem zwischen dieser und der Lam. spiral. accessor. liegenden Theile des Periostes der Schneckenwandung. Die zweite Wandung, welche bisher gänzlich übersehen worden ist, besteht aus einer sehr zarten, strukturlosen Lamelle, welche von Epithelialzellen bekleidet ist. Den Gefässstreifen selbst hält der Verf. nur für eine besonders blutreiche Partie der Beinhaut jener Gegend, die an der bezeichneten 3ten Wandung durch ein Randgefäss begrenzt wird. Zwischen diesem Gefässstreifen und der Insertionsstelle der 2ten Wand an der Lam. spiral. oss. laufen Verbindungsgefässe über die 2te Wand hinweg. Das Epithelium an den Gefässstreifen ist in mehrfachen Schichten vorhanden. Innerhalb des Schneckenkanals wird, wie dieses bereits Corti

nachgewiesen, die Lamina spiral. membr. in der Gegend der Zähne der ersten und zweiten Reihe von einer unter der Loupe glasartig erscheinenden Lamelle bedeckt. An dieser Lamelle unterscheidet Reissner nicht 4, sondern nur 3 Zonen. Die innerste Zone besitzt die grösste Breite und geringste Dicke, und ist schwach gestreift; die mittlere ist schmäler, aber zugleich dicker und sehr deutlich gestreift; die äusserste ist am schmälsten und scheint sich zugleich gegen den äusseren, scharfen Rand hin zu verdünnen. In dieser Zone bemerkt man rundlich-eckige Kontouren von 0,0025''' bis 0,005''' im Durchmesser, in deren Mitte ein dunkles Körperchen sichtbar wird. Die Richtung der Streifen in den beiden ersten Zonen ist schräg, und oft scheint es, als wären die Streifen in mehrfachen Lagen vorhanden und hielten in einzelnen Lagen eine verschiedene Richtung ein. Der Verf. meint, dass die in Rede stehende Lamelle vielleicht die in der Schnecke ber Säugethiere fehlenden Otolithen ersetze. (Müll. Arch. 1854, p. 420 sq.)

Claudius hat aus Besorgniss, dass die Reissner'schen Beobachtungen die Corti-Kölliker'schen Untersuchungen über die Lamina spiralis gefährden könnten, eine vorläufige Mittheilung seiner Untersuchungen über die häutige Spiralleiste der Schnecke gegeben (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII, p. 154 sq.). Wie die Reissner'schen Beobachtungen so üble Wirkungen haben können, ist nicht gut einzusehen, dagegen ist das gewiss, dass Claudius sich ein Urtheil über den Schneckenkanal Reissner's erlaubt hat, ohne ihn in seiner Ausbreitung zu kennen, ja, ohne sich die Mühe gegeben zu haben, seine Bekanntschaft zu machen. Der Verf. kennt nur die häutige Spiralleiste, das Corti'sche Organ und die Deckmembran desselben; die oben bezeichnete zweite Wand des Schneckenkanals ist ihm gänzlich unbekannt geblieben. Da dem Verf. auch die Entwickelung der Schnecke und des Schneckenkanals nnbekannt zu sein scheint, so glaubt Ref. über alle die Bemerkungen desselben in Betreff des Schneckenkanals hinwegsehen zu dürfen. Was nun des Verf. Mittheilungen betrifft, so ist hervorzuheben, dass nach ihm die Corti'sche Decklamelle nicht frei endige, sondern im parallelen Verlauf mit der Membrana basilaris, — so wird der bisher bekannte häutige Theil der Lamina spiralis genannt, — bis an das Periost der äusseren Schneckenwandung sich erstrecken soll. Der dadurch gebildete Raum soll ganz von Zellen angefüllt und in diese das Corti'sche Organ eingebettet sein. In Betreff des Kölliker'schen Spiralbandes ist zu erwähnen, dass die daselbst beschriebenen Lücken Löcher sind, in welchen die Venen der Corti'schen bande vasculaire das Band durchbohren. An dem Corti'schen Organ bemerkt der Verf., dass die Stäbchen der inneren Reihe nicht dieselbe Breite, wie die der äusseren Reihe besitzen. Die ersteren sind um ein Drittheil schmäler, etwa 0,002—0,003'''

breit. Auf diese Weise wird auch die Verbindung der beiden Reihen eine ganz andere, wie sie Corti und Kölliker abbilden. Die Stäbchen, welche in dem grössten Theil ihrer Länge hohle Röhren sind, platten sich gegen die Verbindungslinie hin ab und sind hier mit den seitlich gelegenen und mit den gegenüberstehenden der anderen Reihe zu einer zusammenhängenden Platte verbunden. Die Verbindungslinie ist nicht gerade, sondern vielfach winklig unterbrochen. Im Durchschnitt treffen zwei Stäbchen der äusseren Reihe mit drei Stäbchen der inneren Reihe zusammen. Mit höchster Wahrscheinlichkeit flottirt das Corti'sche Organ nicht frei, sondern ist mit den freien Enden der Stäbchen der äusseren Reihe auf der Zona pectinata festgeheftet. Das Ende dieser Stäbchen ist nicht selten erweitert und membranartig.

Nach Bilharz enden die Nervenfasern im elektrischen Organ des Zitterwelses in Form eines scheibenförmigen Säckchens, welches mit granulirter Substanz, ähnlich derjenigen der Nervenzellen, und feinen Kernen angefüllt ist. Aehnliche, mit Ganglienkugeln vergleichbare Anschwellungen fand Ecker an den peripherischen Enden in den Plättchen des elektrischen Organs bei Mormyrus. (Freiburg. Berichte No. 11).

Blut und Lymphe.

Von der Ansicht ausgehend, dass durch die neueren Beobachtungen die Lymphdrüsen als Bildungsstätte der Lymphkörperchen nachgewiesen seien, wünschte Kölliker genauer zu untersuchen, ob ausser in diesen Organen auch noch an anderen Orten, namentlich in den Anfängen der Lymphgefässe Lymphzellen gebildet würden. Bei einem grossen Hunde, der einige Stunden vor dem Tode reichlich gefüttert worden war, und bei welchem alle Lymphgefässe des Unterleibes strotzend gefüllt sich zeigten, fanden Kölliker und H. Müller in den von den Peyer'schen Drüsen herkommenden Lymphgefässen eine beträchtliche Menge farbloser Zellen. Der Chylus aus anderen Gefässen des Dünndarms enthielt gleichfalls Zellen, jedoch nicht in so zahlreicher Menge. Ebenso verhielten sich die Lymphgefässe des Dickdarms Dagegen war es nicht möglich, in der Lymphe aus den stark gefüllten Gefässen der Leber irgend eine Spur von Zellen zu entdecken. In den starken Lymphgefässen des Samenstranges von Stieren dicht am Nebenhoden fanden sich wieder ohne Ausnahme eine gewisse, wenn auch geringe Zahl von Lymphkörperchen. (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. VII, p. 183.)

Nach Kölliker erleiden die Blutzellen des Frosches durch konzentrirte Harnstofflösung (30 pCt.) eine merkwürdige Veränderung; sie werden zackig und verwandeln sich in die schönsten sternförmigen Zellen mit meist 3—6 ziemlich langen, kolbenförmigen Fortsätzen. Die so veränderten Zellen erhielten sich aber nicht lange; die Fortsätze begannen wie einzuschmelzen, indem sie theils vom Rande aus

sich allmälig auflöseten und verschwanden, theils unter Ablösung grösserer oder kleinerer, anfangs gefärbter, dann erblassender Tropfen nach und nach ganz zerfielen. Am längsten erhält sich der Kern, doch auch dieser erblasst schliesslich ebenfalls und verschwindet spurlos. Lösungen von 15 pCt. rufen dieselben Veränderungen hervor; desgleichen, wenn auch langsamer, Lösungen von 12 pCt. oder ungefähr 1,043 spez. Gew. In Lösungen von 1,026 sp. G. blieben die Zellen fast unverändert, während sie durch noch deluirtere Lösungen entfärbt wurden. Milchzuckerlösungen von 30 pCt., desgleichen konzentrirte Lösungen von Glycerin und Quittenschleim bewirken, dass die Blutzellen erblassen und der Kern sichtbar wird. Menschliche Blutkörperchen werden durch Harnstofflösung von 30 pCt. nur rund und erblassen. Werden Blutzellen des Frosches mit konzentrirter Lösung von ClNa oder NaO$\bar{A}$ behandelt, so erblasst die überwiegende Mehrzahl gleichfalls bis auf die Kerne. Hierbei werden sie anfangs runzlig, und erst später tritt das Erblassen ein.

Lymphgefässe.

Ueber das Verhalten der Chylusgefässe in der Darmschleimhaut, namentlich in den Zotten, haben sich mehrere Forscher ausgesprochen. W. Krause fand in den Darmzotten eines Hingerichteten ein einziges, leeres, centrales Lymphgefäss mit kolbenförmiger Anschwellung und deutlichen, doppelt kontourirten Wandungen; netzförmige Züge von Lymphgefässen waren nicht sichtbar. (Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VI, p. 107.) Funke unterscheidet folgende verschiedene Modifikationen der Fetterfüllung in den Zellen neben allen denkbaren Uebergangsstufen. Die Fetttropfen füllen entweder die ganze Zelle so an, dass sie vollkommen undurchsichtig wird, oder sie liegen von allen Grössen zerstreut durch das ganze Parenchym verbreitet, oder sie füllen, und zwar am häufigsten, den centralen Chyluskanal dicht an, oder endlich sie erscheinen in Form der sogenannten Weber'schen „Chyluskapillaren", die mit dem Centralkanal im Zusammenhange stehen. Die in Rede stehenden Chyluskapillaren sind nicht mit Fett erfüllte Blutkapillaren, sondern wirkliche Chyluskapillaren. Gleichwohl ist der Verf. der Ansicht, dass diese netzförmigen Figuren nicht als präformirte Bahnen des Zottenparenchyms anzusehen seien, sondern lediglich durch die frei durch das Parenchym sich drängenden und in Reihen hinter einander her wandernden Fetttröpfchen gebildet werden; es sind gewissermaassen künstliche, durch die Bewegung der Fetttröpfchen nach dem Centralkanal hin sich bildende Fettstrassen. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, p. 314 sq.) Zenker hatte die Gelegenheit bei zwei menschlichen Leichen sehr schön ausgebildete Chyluskapillaren zu beobachten. Dieselben waren nicht blos in den Zotten, sondern auch in den zwischen den Zotten gelegenen Partieen

der Schleimhaut vorhanden und standen mit den stärkeren Chylusgefässen in kontinuirlicher Verbindnng. Ob die Chyluskapillaren eigene Wandungen besitzen, ist durch mikroskopische Untersuchung nicht zu entscheiden. Als präformirte Aushöhlungen des Parenchyms seien sie jedoch aufzufassen. Die feinsten Gefässe an mit Essigsänre behandelten Präparaten zeigten einen Durchmesser von 0,0045—0,0065‴ P. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI, p. 321 sq.) Einen lehrreichen Aufsatz über die Darmschleimhaut und ihr resorbirendes Gefässsystem verdanken wir E. Brücke (Wiener. Wochenschrift No. 24, 25, 28, 29). Desgleichen liefert uns E. Brücke den Nachweis von Chylus im Inneren der Peyer'schen Drüse (Sitzungsb. der K. Akad. p. 267). Bei ganzen, noch blinden Exemplaren von *Mus decumanus*, worin Chylusgefässe in der Darmschleimhaut überall strotzend gefüllt waren, enthielten die Peyer'schen Drüsen im Centrum als weissliche Flecke sich markirende Haufen feiner Kügelchen, welche vollständig mit denen, in den Interstitien des Parenchyms etc. abgelagerten übereinstimmten. An mehreren Stellen zeigten sich Verbindungen zwischen diesen Haufen und den in den Zotten vorhandenen, interstitiellen Chylusablagerungen in Form von nicht scharf begrenzten Körnerstreifen. Die interstitiellen Chylusablagerungen in der Schleimhaut waren am reichlichsten in der Gegend vollständig gefüllter Zotten vorhanden. Von hier zogen die Körnerstreifen ohne Unterbrechung in dem zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen befindlichen Theile der Schleimhaut fort. Die kleinsten Chylusgefässe hatten einen Durchmesser von 0,01—0,015 Mm.; an Zweigen von 0,015—0,02 Mm. Breite waren bereits Einschnürungen, wie von Klappen herrührend, sichtbar.

Drüsen.

Einen „Beitrag zur Histologie der Nieren" hat W. Busch geliefert (Müll. Arch. 1855, p. 363 sq.). Der Verf. spricht sich ganz entschieden dafür aus, dass der Glomerulus wirklich in einer Kapsel gelegen sei, die, wie bei den Tritonen, entweder eine einfache Erweiterung (Ampulle R.) des Harnkanälchens, oder, wie bei den Schlangen, das erweiterte Ende desselben darstellt. Der Glomerulus wird aber vom Epithelium überzogen, und wahrscheinlich besitze dieses Epithelium auch ein feines, bindegewebiges Substrat. Das Epithelium war besonders deutlich bei Embryonen von *Coluber natrix*, die nur noch wenige Tage vom Ausschlüpfen entfernt waren. Bei den Vögeln hat der Verf. niemals Flimmerbewegung in der Niere sehen können. Der Gefässknäuel niederer Wirbelthiere besteht nicht allein aus Windungen eines und desselben Gefässes; es kommen auch Ramifikationen vor.

Häute.

Taube's Untersuchungen der serösen Häute in den

grossen Höhlen des menschlichen Körpers haben folgende Resultate gegeben (a. a. O. p. 48 sq.). Die serösen Häute sind keine selbstständigen, für sich abgeschlossenen Gebilde; sie stellen vielmehr nur die von Epithelium bekleideten Grenzschichten der Organe, der Höhlenwände, der Bänder dar, an welchen sie sich befinden. Dass sie nicht als abgeschlossene, selbstständige Säcke aufzufassen sind, geht zunächst aus der Entwickelungsgeschichte hervor, da es bekannt ist, dass zu keiner Zeit irgendwie geschiedene, besondere Anlagen für die ganzen serösen Säcke gegeben sind. Es geht ferner auch daraus hervor, dass weder die verschiedenen serösen Säcke, noch die verschiedenen Bezirke eines serösen Sackes hinsichtlich der sie konstituirenden Bestandtheile und deren Anordnung eine derartige Uebereinstimmung zeigen, dass man sie als etwas für sich Eigenthümliches oder für sich Abgeschlossenes ansehen könne. Das Substrat der serösen Säcke besteht, abgesehen von Gefässen und Nerven, aus Bindegewebe, elastischen Fasern und Spiralfasern, und grenzt sich gegen das Epithelium ohne deutlich ausgeprägte intermediäre Haut (Basement membrane) ab. Den serösen Häuten eigenthümliche Gewebe oder Formelemente kommen nicht vor. Die elastischen Fasern treten aber sehr zurück in dem serösen Ueberzuge des Hodens, und in der Pia mater encephali fehlen sie gänzlich. Die elastischen Fasern der Pleura parietalis zeichnen sich durch ihre Breite aus und sind so geordnet, wie in der angrenzenden Beinhaut; diejenigen der Pleura pulmonalis sind viel feiner, gerade wie in der Lunge selbst, und durchkreuzen sich in irregulärer Weise. Die elastischen Fasern der Fascia transversalis und diejenigen der peritonealen Grenzschicht stimmen so sehr in Form und Anordnung überein, dass schwer eine Grenze zu ziehen ist. Sehr ähnlich verhalten sich die Ueberzüge der Leber und Milz, in der Anordnung der elastischen Fasern jedoch besteht eine grosse Differenz. So giebt es nicht zwei Organe einer Höhle, oder zwei Organe verschiedener Höhlen, in deren serösem Ueberzug eine Uebereinstimmung in der Anordnung der elastischen Fasern, gemeinhin auch nicht hinsichtlich der Breite derselben vorhanden wäre, während öfters eine gewisse Uebereinstimmung mit dem darunter liegenden Organe sich verrathe. Ebendasselbe lässt sich von den serösen Ueberzügen der Ligamente, vom Netz, von den Mesenterien sagen, im Vergleich zu den serösen Ueberzügen der Organe, als deren Fortsetzungen sie betrachtet werden. Der Verf. macht auch darauf aufmerksam, dass z. B. die Leber unter der Gallenblase genau denselben Ueberzug ohne Epithelium besitze, wie an anderen Stellen mit Epithelium als sogenannten serösen Ueberzug.

In der bei den Epithelien erwähnten Inauguralabhandlung des Dr. Harpeck sind genaue, durch gute Zeichnungen erläuterte Beobachtungen über die Struktur- und Textur-Ver-

hältnisse des Rectums und des Anus mitgetheilt (a. a. O. p. 21 sq.). Das Bindegewebsstroma in der Drüsenschicht des Rectums ist unreife Bindesubstanz mit zahlreichen Bindegewebskörperchen. Die Länge der Lieberkühn'schen Drüsen beträgt $^1/_9$—$^1/_8$''', die Breite $^1/_{90}$—$^1/_{45}$'''. Die solitären Follikel werden häufig angetroffen. Die unter den Lieberkühn'schen Drüsen gelegene Muskelschicht ist $^1/_{45}$—$^1/_{30}$''' dick.

Sowohl die cirkularen als longitudinalen Muskeln sind in Fascikel abgetheilt; von der cirkularen Schicht treten einige Fascikel in die Interstitien zwischen den Fundi der Lieberkühn'schen Drüsen hinein, aber weiter hinauf waren keine Fasern nachzuweisen. Das sogenannte Stratum vasculosum des Rectums ist ausgezeichnet durch den Reichthum der Gefässe und deren plexusartige Beschaffenheit; schon beim Fötus von 7 Monaten macht sich diese Eigenthümlichkeit des Rectums vor allen übrigen Theilen des Darms bemerkbar. Das bindegewebige Stroma besteht aus Lamellen von sehnigem Gewebe, zwischen welchen elastisches Gewebe sich befindet, jedoch ist dasselbe besonders auffällig in der Nähe der äusseren Muskelschicht und zwischen deren Bündeln. Die äussere Muskelschicht nimmt im Rectum an Dicke zu; sowohl die Längs- als die Quermuskeln sind im oberen Theile etwa $^1/_3$''', im unteren $^2/_3$''' dick. Der Querschnitt der Muskelbündel in der inneren, cirkulären Lage ist im oberen Theile mehr oblong, im unteren mehr in die Länge gezogen, schmaler. Die Plica transversalis hat nicht eine quere, sondern schräge Richtung; zuweilen sind 2 vorhanden. Die Schleimhaut macht keine Falte; nur die Dicke der einzelnen Schichten des Darms hat an dieser Stelle etwas zugenommen. In Bezug auf den Anus ist Folgendes hervorzuheben. Die Lieberkühn'schen Drüsen nehmen auf dem Uebergange zur Cutis allmälig an Länge ab, werden durch grössere Zwischenräume von einander getrennt und stehen gewöhnlich schief. In einer kleinen Strecke fehlen dann Drüsen und Papillen, worauf die Oberfläche des Coriums anfangs in kleinen Papillen sich erhebt, die allmälig an Grösse zunehmen. Das Cylinder Epithelium macht den Uebergang zur Epidermis in der Weise, dass die Cylinder-Zellen an Länge abnehmen und sich in Zellen des Pflasterepitheliums verwandeln. Letzteres zeigt anfangs 2, dann 3, endlich zahlreichere Schichten. Sobald Papillen auftreten, zeigt sich in den untersten Schichten Pigment. Die cirkuläre Schicht der unter den Drüsen gelegenen Muskeln hört mit den Lieberkühn'schen Drüsen auf; die Längsmuskeln, die eine dikkere Schicht bilden, gehen darüber hinaus, entfernen sich dabei vom Grunde der Drüsen und endigen mit divergirend auslaufenden Fasern im Corium des Anus. Das Stratum vasculosum nimmt auf dem Uebergange zur Haut an Dicke zu und zeichnet sich in seinem bindegewebigen Stroma durch Längsstreifung und zahlreiche elastische Fasern aus. In der

Nähe des Sphincter ani externus beginnen Fettzellen aufzutreten, womit der Anfang des Coriums gegeben ist, an welchem nun auch Haare, aber noch nicht Drüsen sichtbar werden. Vor der äusseren Muskellage endet die cirkuläre Schicht, an Dicke zunehmend und einen gegen die Afteröffnung offenen Bogen beschreibend, in dem Sphincter ani internus, ohne in Längsmuskeln auszulaufen, wie es Kohlrausch angiebt. Die Längsmuskelschicht dagegen, gleichfalls an Dicke zunehmend, steigt zugleich mit den quergestreiften Muskelfasern des Levatorani zwischen beiden Sphincteren herab und verliert sich mit ihren Fasern zwischen die tiefsten Bündel des Sphincter ani externus.

Handbücher und Hülfsmittel.

Th. Schwann: Anatomie du corps humain. Brux. 12. 2 Heftchen. Mit Holzschnitten.

L. Mandl: Anatomie microscopique. T. II. Histog. 1854. Fol. Livr. 12—14.

I. W. Griffith and Henfrey: The micrographic dictionary etc. Part. IV—XIV.

K. B. Heller: Das dioptrische Mikroskop. Wien 1856. 8. Mit 18 Holzschnitten.

J. L. Riddel: On the binocular microscope. Microscop. Journ. Vol. II, p. 18.

G. Rainey: Some observations on the illumination of microscop. obj. a. a. O. p. 145.

H. Schacht: Das Mikroskop. 2. Aufl. Berlin. 8.

F. H. Wenham: On the theory of the illumination of obj. under the microscope. Microsc. Journ. Vol. II, p. 145.

H. Aubert: Ueber die Anwendung des Glycerins zu mikroskopischen Untersuchungen. Wien. mediz. Wochenschr. No. 19. Die Angabe, dass Glycerin zur Trennung von platten Muskelfasern besonders geeignet sei, ist nicht richtig. Glycerin verhindert vielmehr nicht, dass da, wo glatte Muskelfasern sich leicht trennen lassen, wie im Darm der Kaninchen, Meerschweinchen, dieselben getrennt werden können.

A. Welker: Bemerkungen zur Mikrographie. Zeitschrift für rat. Mediz. Neue F. Bd. VI, Heft 2, p. 172. Der Verf. giebt werthvolle Erläuterungen über die Unterscheidung von Wölbungen und Vertiefungen, Furchen, Löchern, Leisten bei durchfallendem Lichte.

Berlin, Druck der Gebr. Unger'schen Hofbuchdruckerei.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen.

Von

N. Lieberkühn.

Die Bestandtheile, welche bis jetzt von den Forschern als den Spongillen angehörig angegeben worden sind, sind folgende: das aus verschiedenen Formen von Kieselnadeln bestehende Gerüst; die eingelagerte gallertige Substanz; die sogenannten, mit einem Porus versehenen Gemmulae, welche entweder eine glatte Schale haben oder von Amphidisken rings umgeben sind; zu gewissen Jahreszeiten vorkommende bewegungsfähige Körperchen, welche die Fortpflanzung der Schwämme bewirken sollen; nach Hogg bewegen sich dieselben durch endosmotische Vorgänge, nach Laurent durch Wimpern. Für die Meerschwämme hat Grant über ähnliche Körper berichtet, welche am Vorderende bewimpert sind, hinten nicht; Quekett erklärt jedoch, dass er diese Beobachtungen nicht bestätigen könne, und giebt eine ganz andere Darstellung von der Fortpflanzung. Samenthiere beschrieb Huxley für *Tethyum*, und Carter für die Spongillen.

Die nachfolgenden Beobachtungen sind fast ausschliesslich an *Spongilla fluviatilis* angestellt, welche ich beinahe täglich im frischen Zustande während zweier Sommer und eines Winters zur Untersuchung erhielt. Die Spongillen sind in der Spree innerhalb Berlins ungemein verbreitet; sie finden sich namentlich an alten Holzpfählen und auf dem Grunde des Wassers.

Das Skelet und die gallertige Substanz.

Die Kieselnadeln sind vielfach beschrieben und abgebildet, sowohl in ihren gewöhnlichen als ungewöhnlichen Formen

(vgl. Dujardin's Werk über Infusorien, Ehrenberg's Mikrogeologie). Ueber ihre Befestigung unter einander giebt Meyen an, dass sie an ihren Enden durch eine feine farblose Kieselmasse zusammengehalten würden; ich finde diese Bildung namentlich an abgestorbenen Spongillen vor, auf denen jedoch häufig noch Gemmulae und junge Schwammformationen aufsitzen; das Verbindungsmaterial ist aber nicht Kieselsäure: denn ein geeignetes auf Platinblech geglühtes Stück zerbröckelt sogleich bei der Berührung und enthält von dem Bindemittel keine Spur mehr, während die Nadeln und Amphidisken unversehrt bleiben. Die Anordnung der Nadeln ist gewöhnlich der Art, dass ihrer mehrere zu einem Stabe zusammentreten, welcher sich mit seinen Spitzen an die Spitzen gleicher Stäbe unter einem stumpfen Winkel anschliesst. Solche Stabreihen ragen nach aussen ein wenig über die Oberfläche des Schwammes hervor und sind unter einander wieder durch Nadelgruppen verknüpft. In welchen Entfernungen sie von einander abstehen, erkennt man leicht am verästelten Schwamm, wenn man ihn kurze Zeit ausser Wasser lässt; es treten dann die Spitzen der Stäbe bald auffallend hervor und verleihen dem Schwamm eine deutlich stachelige Oberfläche. Jede hervorragende Spitze erweist sich unter dem Mikroskop als ein Bündel von mehreren Nadeln.

Die gallertige Substanz ist am genauesten von Dujardin untersucht. Kleine Stücke davon zeigten unter dem Mikroskop amöbenartige Bewegungen, von denen es unbekannt ist, ob es Lebenserscheinungen sind, wie Dujardin will, oder Vorgänge des Zerfallens. Andere Stücke trugen auf einem Theile ihrer Oberfläche eine Art langer Wimpern, mittels deren sie schnell von der Stelle rückten, gleichzeitig streckten sie an der wimperfreien Seite Fortsätze hervor und zogen sie wieder ein, gerade wie Amöben. Die bewimperten habe ich im Winter nicht gefunden, sondern erst im Frühling; im Winter sah ich nur die mit den amöbenartigen Bewegungen versehenen. Diese Stücke, welche man stets erhält, wenn man lebende Spongillen auf dem Objektglase ausbreitet, sind indessen keine formlosen Massen, wie es Dujardin abbildet, sondern man

erkennt häufig entschieden Gebilde, welche die Form einer Zelle haben; es gelingt dies namentlich im Winter leicht, wenn die Körnchenmasse nicht so vorwiegend vorhanden ist; sobald die amöbenartigen Bewegungen aufhören, erblickt man in solchem Stück einen Nucleus und einen Nucleolus. Und es besteht alsdann nicht etwa blos ein Theil der gallertigen Masse daraus, sondern der ganze Schwamm. Die Zellenmembran selbst darzustellen, ist mir niemals gelungen; die Berechtigung des Ausdruckes Zelle ist daher noch nicht dargethan; ich habe mich der Kürze halber jedoch seiner bedient; bisweilen findet man den Nucleus mit seinem Nucleolus isolirt zwischen andern unversehrten Zellen, namentlich wenn der Schwamm schon nicht mehr ganz frisch ist. Die Durchmesser der Zelle betragen 0,02 mm., des Nucleus 0,01 mm., des Nucleolus 0,003 mm. Häufig sieht man in den Zellen nur den Nucleolus, und bisweilen auch diesen nicht, indem alsdann grüne oder farblose Körnchen das Innere des Kügelchens ausfüllen. Oefters erreichen auch die Zellen die obige Grösse nicht. Einige Male fand ich zwischen den Schwammzellen Gebilde, welche fremde Körperchen z. B. Bacillarien in sich enthielten; im Uebrigen glichen sie ganz den Schwammzellen, enthielten auch eben solchen Nucleolus; eine contractile Blase war nicht vorhanden; sie streckten Fortsätze und zogen sie wieder ein; es ist möglich, dass es wirklich Amöben waren, bei welchen man ja öfters auch nichts von einer contractilen Blase entdecken kann. Entschiedene Amöben mit contractilen Blasen sind im Schwamm keine seltene Erscheinung. Ueberhaupt sind die Spongillen, namentlich im Winter, der Sitz eines reichen infusoriellen Lebens; ich fand im Laufe des letzten Winters in grossen Mengen *Paramecium aurelia, Paramecium colpoda, Chilodon cucullulus*, mehrere Species von *Trachelius*, namentlich *Trachelius ovum*, weniger häufig die verschiedenen Formen der Amphilepten, besonders *Amphileptus anser* von einer halben Linie im Längsdurchmesser und mit einer stäbchenförmigen Auskleidung im Schlunde versehen, ähnlich wie *Prorodon*, der gleichfalls vorkam; ferner *Loxodes bursaria*, mehrere Arten von Bursarien und auch

Ophryoglenen; von den Oxytrichinen waren es namentlich die Stylonichien, Urostylen und Euplotes.

Die Gemmulae.

Häufig sitzen die lebenden Spongillen nicht unmittelbar auf dem Holz, den Steinen oder andern Gegenständen auf, sondern es trennt sie davon eine eigenthümliche dunkelbraune erdige Masse, welche oft mehrere Zoll dick ist. Diese Masse besteht der Hauptsache nach aus den Resten des abgestorbenen Schwammes, leeren Gemmulaeschalen mit ihren Amphidisken, den verschiedenen Formen der Kieselnadeln und vermoderter gallertiger Substanz; bisweilen findet man dazwischen auch noch braune Gemmulae mit entwicklungsfähigem Inhalt; in manchen ist die Entwicklungsfähigkeit des Inhaltes erloschen, indem er nur noch aus äusserst feinen nadelförmigen Krystallen und detritusähnlicher Masse besteht; die Krystalle sind zu klein, um ihre Form bestimmen zu können, indessen erkennt man an einzelnen die Kanten noch vollkommen genau. In wenigen Fällen hatte der abgestorbene breite Schwamm ganz die Form und die Farbe des lebenden bewahrt und erst das Mikroskop gab darüber Auskunft, dass die Zellen fehlten; auch zwischen solchen Nadelgerüsten fanden sich Gemmulae. Die abgestorbenen verästelten Spongillen, die sich meist auf dem Grund des Wassers finden, sind häufig von Gemmulae so dicht besetzt, dass sie davon grau oder grünlich erscheinen; die Nadeln ragen dann über die Gemmulae mit ihren Spitzen hinaus; oft werden sie wieder ganz und gar von neuen Schwammbildungen überkleidet und bemerkt man sie erst, wenn man den Schwamm zerbricht. In den untersten Lagen des lebenden breiten Schwammes, welche die abgestorbenen Schichten begrenzen, findet man bisweilen grosse Mengen blendend weisser Gemmulae; sie verhalten sich im Uebrigen wie die gewöhnlichen braunen Gemmulae, ihre Schale ist sehr fest, und leistet beim Zerdrücken einen erheblichen Widerstand, nur sind die Amphidisken auffallend klar. Ihr Inhalt besteht aus den bekannten kugeligen Massen, welche aus grössern und kleinern fett-

artigen Körnchen und eiweissartiger Substanz zusammengesetzt sind, ungefähr die Grösse der grössten Schwammzellen haben und beim Druck leicht zerfallen. Andere hier vorkommende Gemmulae zeichnen sich durch eine sehr weiche, durchsichtige Schale aus, welche sogleich zerplatzt, wenn man nur das Deckgläschen behutsam auf das Objektglas bringt, um sie zu bedecken; auch sie haben sehr klare Amphidisken, jedoch zerfallen die darin enthaltenen kugeligen Massen nicht so leicht. Wenn man ein Stück Schwamm dieser Art, welches die beschriebenen Gebilde enthält, unter Wasser mittels feiner Nadeln zerfasert, so treten in der Regel einzelne weissliche, nicht scharf umgrenzte, kugelige Stücke ungefähr von der Grösse der Gemmulae hervor, welche sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man zwei verschiedene Lagerungen der Substanz, die oberflächliche bricht das Licht schwach, ungefähr wie die gewöhnlichen Schwammzellen, die innere kugelige Masse bricht es stark, fast wie Fettanhäufungen. Zerdrückt man solchen Körper unter dem Deckglase, so zerfällt er in zwei Formen zellenartiger Gebilde, welche beide etwa die Grösse der Spongillenzellen besitzen. Die innern, welche dem das Licht stärker brechenden Theile angehören, kleben sehr fest an einander, und bestehen aus sarkoider Masse, in der ziemlich grosse fettartige Körnchen dicht eingestreut sind; sie zeigen isolirt ähnliche Bewegungen wie die Spongillenzellen, sie schieben Fortsätze, in welche die Körnchen mit eindringen und ziehen sie auch wieder ein; liegt ein grösserer Haufen von ihnen zusammen, so sieht es aus wie ein Fettklumpen, der zu schmelzen beginnt und nach allen Seiten hin die Flüssigkeit in einzelnen Streifen entsendet; bei einem entsprechenden Druck auf solche Anhäufung sieht man die ursprünglichen einzelnen Stücke, diese haben aber die mannigfaltigsten Formen. Es gelang mir nicht, hier die durchsichtige zarte Haut zu finden, welche die eben beschriebenen weissen Gemmulae umschliesst. Statt dessen bemerkte ich nur eine Lage fest zusammenklebender zellenartiger Kugeln, von denen die einen den Schwammzellen in der Anordnung der Körnchen

und des Nucleolus durchaus ähnlich sahen, die andern aber Amphidisken einschlossen. Ein Theil der eingeschlossenen Amphidisken hat vollständig die Form derer, welche gewöhnlich die Gemmulae umgeben; sie begrenzen mit der Peripherie ihrer Räder je einen kreisförmigen Theil des Innern der Kugelschale, welche sie einschliesst. Ein anderer Theil besitzt die beiden Räder noch nicht, sondern es liegt im Innern des zellenartigen Gebildes ein dünnes Stäbchen, welches an jedem Ende eine leichte knopfförmige Anschwellung trägt; in wieder andern strahlt die knopfförmige Anschwellung eine Reihe äusserst feiner Stacheln aus, welche auf dem Stäbchen senkrecht stehen; man braucht sich diese Stacheln nur breiter und den Stiel dicker vorzustellen, so ist die Form des gewöhnlichen Amphidiskus gegeben. Die Conturen der mit einem Amphidiskus versehenen zelligen Gebilde sind so scharf und bestimmt, wie bei den Schwammzellen, einen Kern vermochte ich nicht in ihnen aufzufinden; bisweilen enthielten sie einige fettartige Körnchen.

Einige Male fand ich unter den weissen Gemmulae Exemplare, welche auf ihrer durchsichtigen Umhüllungsmembran neben freien Amphidisken auch in Bläschen eingeschlossene trugen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die vorher beschriebenen Gebilde Gemmulae im unvollendeten Zustande sind. Bisweilen finden sich mit ihnen zugleich sehr fest unter einander zusammenhängende weissliche Schwammzellenconglomerate, welche dieselbe Grösse und eine sphäroidische Gestalt besitzen. Man erhält sie ebenfalls beim Zerfasern eines passenden Stückes Schwamm, während sonst gewöhnlich die Zellen bei dieser Operation aus dem Zusammenhang gerathen.

Aehnliche Thatsachen sind mir für die mit glatten Schalen versehenen Gemmulae nicht bekannt geworden. Beiläufig will ich hier nur noch bemerken, dass ich bis jetzt an einem und demselben Schwammstück niemals die mit Amphidisken umgebenen und die glatten Gemmulae zugleich fand; beide Formen kommen übrigens zu allen Jahreszeiten vor; die verästelten auf dem Grunde der Spree lebenden Spongillen enthielten

bisher nur glatte Gemmulae; bei dem breiten an Brettern und Pfählen wachsenden Schwamm kamen beide Formen vor, aber nicht an demselben Stück.

Der gewöhnliche Inhalt der Gemmulae ist bereits von Meyen genau beschrieben (Beiträge zur nähern Kenntniss unseres Süsswasserschwammes. Müllers Archiv 1839. S. 83), wo nachgewiesen wird, dass die Amphidisken Bestandtheile der Gemmulae sind. In manchen Exemplaren fand ich die kugelige Anordnung nicht mehr vor, und die feinern eine lebhafte Molekularbewegung zeigenden Körnchen waren vorwiegend vorhanden.

Meyen stellt bereits die Frage auf, was aus den Gemmulae wird; er vermuthet, es entwickele sich darin ein polypenartiges Thier, welches durch den Porus auskriecht. Früher hatte schon Grant behauptet (vgl. A History of British Sponges and Lithophytes by George Johnston. Edinburgh 1842. p. 150 etc., wo auch die Literatur unseres Gegenstandes ausführlich angegeben ist), dass bei den Meerschwämmen zu gewissen Jahreszeiten infusorienartige Wesen vorkommen, welche am vordern Theile des Körpers bewimpert wären; dieselben sollen sich nach einiger Zeit festsetzen und zu Spongien werden. Bei den Flussschwämmen hat Grant die Gemmulae sich nicht bewegen sehen und hat auch keine Cilien an ihnen beobachtet. Dujardin giebt in seinem Werke über Infusorien S. 305 an, dass zwei Formen von Fortpflanzungskörperchen bei den Spongillen existiren, die Gemmulae und eine Art bewimperter Wesen, welche Laurent gefunden habe. Johnston berichtet, dass die Gemmulae sich zu gewissen Jahreszeiten von der gemeinsamen Masse der Spongillen abtrennen; sie seien alsdann mit Ortsbewegung begabt, wie Infusorien, mit denen sie leicht verwechselt werden könnten. J. Hogg (vgl. den wörtlichen Auszug bei Johnston a. a. O.) beschreibt die Bewegungen näher und erwähnt, dass die Körperchen vorn hell und hinten dunkel seien. Es wird dabei ausdrücklich bemerkt, dass sie auf ihrer Oberfläche keine Wimpern tragen, sondern dass ihre Bewegungen wahrscheinlich von endosmotischen Vorgängen herrühren. Ihre Bewegungsfähig-

keit soll ungefähr zwei Tage dauern, dann sollen sie sich festsetzen, ihre sphärische Form verlieren und sich ausbreiten, wie ein dünnes Häutchen; Spicula finden sich jetzt noch nicht vor, bald erscheinen sie aber und sollen sogleich dieselbe Form und dieselbe Grösse haben, wie bei den ausgewachsenen Spongillen. Diese Darstellung lässt es unerklärt, wo die äusserst feinen und kurzen Kieselnadeln herkommen, welche nach Meyen's Angaben $^1/_{16}$—$^1/_{10}$ mm. Länge haben. Die Resultate der neuesten Untersuchungen über diese Vorgänge sind in den Lectures on Histology by John Quekett 1854 vol. II. p. 33 etc. mitgetheilt. Dieser Forscher giebt zunächst an, dass er bei seinen Untersuchungen über die Schwämme die Anwesenheit von bewimperten Sporen nicht gefunden habe und trägt dann eine Entwicklungsgeschichte von Spongillen mit hornigem Skelet vor, welche Carter in Bombay fand. Die Gemmulae sitzen an der Basis des Schwammes und sind von Spicula bedeckt. Sie haben einen Porus. Innerhalb der zähen lederartigen Membran und ihrer Umhüllung von Spicula finden sich eine Menge mehr oder weniger transparenter Zellen, welche, wenn sie unter Wasser ausgedrückt werden, zuerst eine unregelmässige Gestalt haben und bewegungslos sind, aber bald durch Endosmose anschwellen und in wenigen Stunden bersten. Ihr sichtbarer Inhalt, welcher nach Carter aus einer Menge von Keimen besteht, füllt ungefähr $^2/_3$ der Zellenhöhle an. Jeder Keim ist eine scheibenförmige, kreisförmige, wohl umschriebene durchsichtige Zelle, welche grün oder gelblich im Umfange, bleich und farblos am Centrum ist; diese Zelle scheint von einer farblosen durchsichtigen Kapsel umgeben zu sein, deren Natur unbekannt ist. Bald nachdem die Keime aus den Gemmulae ausgeschlüpft sind, sammeln sie sich zu inselförmigen Gruppen, die von einem halbdurchsichtigen Schleim zusammengehalten werden. Der Inhalt der Keime erleidet dann eine Veränderung und die Keime selbst verschwinden nach und nach, indem an ihre Stelle durch allmälige Entwicklung vielgestaltige Zellen treten, welche die abenteuerlichsten Formen annehmen. Die fleischige Substanz dieser Spongillen besteht nach Carter

aus Zellen, in denen eine Menge Körner sich befinden; diese Zellen verändern ihre Form und Lage ähnlich denen, welche aus den Gemmulae abstammen, mit welchen sie sehr nahe verwandt, wenn nicht identisch sind. Wie man sieht, weichen diese Angaben Carter's von denen der früheren Beobachter sehr ab, vorzüglich darin, dass er von Schwärmsporen nichts gefunden hat. Der von ihm dargestellte Gang der Entwicklung schliesst freilich die Möglichkeit nicht aus, dass dieselben übersehen sind. Richtig ist wohl die Beobachtung, dass inselförmige Gruppen von Keimen vorkommen, deren Inhalt sich allmälig in die vielgestaltigen Zellen umwandelt.

Im Monat Juni dieses und des verflossenen Jahres sind häufig von mir bewimperte Schwärmsporen der Spongillen beobachtet worden und es liegt eine Reihe von Thatsachen vor, welche beweisen, dass sie integrirende Bestandtheile der Spongillen sind.

Dass die ganze Gemmula in die Schwärmspore übergeht, wie einige Forscher glaubten, ist mit den gleich zu beschreibenden Thatsachen unvereinbar; die Schale der Gemmula und die Corticalsubstanz der Schwärmspore stimmen in ihrem Verhalten durchaus nicht überein. Ungemein häufig finden sich leere Gemmulaschalen; und nichts spricht gegen Meyen's Vermuthung, dass aus dem Porus ihr Bewohner auskrieche.

Die Schwärmsporen.

Ich entdeckte die Schwärmsporen zuerst, als ich frisch gesammelte Spongillen einige Stunden in einem Gefäss voll Flusswasser hatte liegen lassen. Man erkennt sie schon mit blossem Auge, indem sie eine Grösse von nahezu zwei Drittheilen eines Millimeter im Längs- und gegen $1/2$ im grössten Querdurchmesser erreichen. Sie sind von ovaler Gestalt und auch in der Regel an dem einen Ende etwas mehr zugespitzt, gerade so wie ein Hühnerei. Die kleinern Formen sind noch nicht halb so gross, wie ja ähnliche Schwankungen in der Grösse auch bei den Gemmulae existiren. An den meisten Exemplaren kann man ohne Instrument einen wasserhellen halbkugeligen Raum in dem vordern, und einen blendend

weissen in dem hintern Theile des Körpers unterscheiden. Von einem vordern und hintern Theile ist insofern zu reden erlaubt, weil beim Schwimmen meist der das Licht schwach brechende Theil nach vorn und der stark brechende nach hinten zugekehrt ist. Die Bewegungen geschehen im reinen Wasser ungefähr mit derselben Geschwindigkeit, wie bei *Trachelius Ovum*. Die Sporen schwimmen in den verschiedensten Richtungen umher; zeitweise schwimmen sie an der Oberfläche des Wassers, dann gehen sie in die Tiefe, gleiten an dem Boden des Gefässes entlang, erheben sich wieder in die obern Schichten der Flüssigkeit; sie schwimmen in geraden Linien; öfters drehen sie sich im Kreise herum; treffen zwei Exemplare zusammen, so schwimmen sie oft Minuten lang an einander herum und entfernen sich wieder; oft bleiben sie eine Zeitlang unbewegt und beginnen dann ihre Bewegungen von Neuem. Stehen sie still und man stösst sie an, so schwimmen sie fort. In solchem Zustande hielten sie sich meist einen bis zwei Tage, dann gingen sie aber meistens zu Grunde; es ist mir trotz vielfacher Versuche nur wenige Mal gelungen, sie zur Entwicklung zu bringen. Man findet sie nach der angegebenen Zeit meist am Grunde des Gefässes anklebend und im Zerfallen begriffen. Die Körpersubstanz breitet sich alsdann in eine feine Schicht aus, in der man bald nur noch eine stukturlose Masse mit den feinen Kieselnadeln erkennt; die Versuche gelangen, als Brunnenwasser angewandt wurde. Am 20. Tage bemerkte ich, dass die von den Sporen gebildeten Flecke grösser geworden waren. Die Untersuchung erwies die Gegenwart von den Bestandtheilen der jungen Spongillen, nämlich bewegungsfähige Zellen, kleinere und grössere Nadeln und einige Keimkörner.

Die Bewegungen werden mittels Wimpern ausgeführt, welche über den ganzen Körper gleichmässig verbreitet sind. Mittels der starken Vergrösserungen des Mikroskopes nimmt man sie deutlich wahr, sowohl wenn die Schwärmspore sich noch bewegt, als auch wenn sie bereits still geworden ist. Sie haben eine Länge ungefähr wie die Wimpern der Turbellarien, sind jedoch wohl noch feiner. Was sie aber so-

gleich wesentlich von den Wimperkleidern aller bis jetzt bekannten Infusorien, und der von Max Schultze genau darauf untersuchten Turbellarien unterscheidet, ist eine Art von Epitelinmschicht, anf welcher sie aufsitzen. Die Epiteliumschicht ist eine einfache Lage von kugeligen Zellen, die etwa $^1/_{300}$ mm. im Dnrchmesser haben. Die Zellen liegen nicht so dicht gedrängt zusammen, dass sie sich gegenseitig abplatten, aber sie berühren sich doch meistens unter einander. Einen Kern oder ein Kernkörperchen vermochte ich bisher nicht in ihnen zu erkennen, indessen enthalten sie in der Regel einige das Licht stark brechende Körnchen in ihrem Innern. Während man eine Schwärmspore unter dem Mikroskop beobachtet, bemerkt man nicht selten, dass ein Theil der Epiteliumschicht sich an irgend einer Körperstelle von seiner Unterlage abhebt nnd abreisst; es sind oft acht bis zehn zusammenhängende Zellchen, welche sich auf diese Weise loslösen und von ihren Wimperhaaren in der Flüssigkeit umher getrieben werden. Jede Zelle hat ihr eigenes Wimperhaar, nie sah ich mehr als eins. An wenigen nicht mehr ganz frischen Schwärmsporen war die Oberfläche in viele kreisförmige und unregelmässige Felder eingetheilt, welche bei schwacher Vergrössernng wie grosse Zellen aussehen, bei stärkerer sich aber in Gruppen der kleinen eben beschriebenen Zellchen auflösten. Beim Zerfasern grösserer Spongillenstücke, in deren Innern Schwärmsporen sich befinden, zerreisst man leicht die letztern, und bekommt nur Stücke davon zur Untersnchung, welche noch lebhaft fortwimpern. Dujardin kannte den Ursprung solcher Stücke nicht, als er die Bewegungen der Spongillen beschrieb; es kommt aber auch vor, dass die später zu schildernden samenthierartigen Gebilde sich an ein glattes Schwammstück hängen, welches die amöbenartigen Bewegungen vollführt, nnd dass sie dies mit sich in der Flüssigkeit umherziehen. Auch diese Gebilde waren Dujardin unbekannt. Anderweitige Bewegungsformen der Spongillen, welche Dujardin monadenartige nennen könnte, sind mir nicht bekannt geworden.

Unter der Epiteliumschicht liegt die Corticalsubstanz, welche

eine bedeutende Dicke im Verhältniss zur Bläschenschicht besitzt. Man erkennt sie schon mit blossem Auge. Selbst bei starker Vergrösserung konnte ich keine bestimmte Struktur in ihr entdecken; es ist eine gallertige Masse, worin hie und da feine fettartige Körnchen eingestreut sind, ohne eine nachweisbare Regelmässigkeit in ihrer Anordnung. Wenn man beim Zerreissen der Schwärmspore einzelne Stücke isolirt erhält, so dass sie nicht mehr mit den Wimpern zusammenhängen, so zeigen sie ähnliche Bewegungserscheinungen, wie die Schwammzellen selbst.

Auf die Corticalsubstanz folgt die Medullarmasse, welche in Form eines Sphäroids das Innerste der Spore ausfüllt; man nimmt schon bei schwacher Vergrösserung wahr, wie sie sich als ein besonderer Körper gegen die Corticalschicht absetzt. Der Durchmesser dieses Sphäroids erreicht, wo er am grössten ist, gegen einen halben Millimeter und variirt verhältnissmässig zwischen denselben Grenzen, wie die Schwärmspore selbst. Die Oberfläche desselben bildet ein dünnerer schleimartiger Ueberzug und das Innere ist derjenige Theil der Schwärmspore, welcher grosse Verschiedenheiten bei verschiedenen Exemplaren zeigt, während das Uebrige beinahe constant bleibt. Das nach vorn liegende grössere Stück des Sphäroides erwies sich bei den zu Anfang Juni zur Beobachtung gekommenen Schwärmsporen als eine sulzige Masse mit eingestreuten feinen Körnchen; der hintere Theil des Sphäroids zeigte schon auf den ersten Blick kleinere und grössere fettähnliche Körnchen, welche mit sarkoider Substanz zusammen kleinere und grössere Kügelchen bilden, die beim längern Liegen im Wasser unter einander zusammenflossen; in manchen von ihnen zeichnete sich besonders ein Körperchen aus, welches zuweilen das Gallertkügelchen fast vollständig ausfüllte und auch ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen hatte, zuweilen kam ein solches Körperchen auch ohne die Gallertumhüllung vor; es war ungefähr halb so gross, wie eine gewöhnliche Schwammzelle. Die eben angegebene Art des Inhaltes ist es, welche dem hintern Theile der Schwärmspore das weisse Ansehen verleiht, das schon

bei der Betrachtung ohne optische Instrnmente auffält. Das ganze Sphäroid, sowohl der wasserhelle als der weisse Theil, birgt verschiedene Formen äusserst feiner Kieselnadeln, an welchen man oft schon vollständig die Form der ausgewachsenen Spicnla wahrnimmt. Die kleinsten sind kaum messbar dick, aber schon gegen $^1/_{75}$ mm. lang, die grössern erreichen eine Dicke von $^1/_{500}$ mm. und eine Länge von $^1/_{30}$ und mehr. Die grössern, schon dentlich erkennbaren, sind entweder glatt, oder mit vielen kleinen Auswüchsen versehen, welche sich wie Dornen auf einem Zweige erheben. Letztere Form ist auch bei den ausgebildeten Kieselnadeln nicht selten und einige Mal fand ich Spongillen, welche dergleichen ausschliesslich enthielten. Die Lagernng der Nadeln ist innerhalb der Schwärmsporen in der Regel so, dass sich keine entschiedene Regelmässigkeit erkennen lässt. Dass die Schwärmsporen die Kieselnadeln beständig in sich enthalten, ist das erste Kriterium, welches ihre Abstammung aus den Spongillen verräth. Ich fand die Schwärmsporen sowohl im breiten Schwamm, als in dem verästelten, sowohl in dem mit glatten, als in dem mit Amphidisken tragenden Gemmnlae versehenen.

Die Ausdrücke Gemmulae, Schwärmsporen u. s. w. sind von mir gebraucht worden, weil sie einmal für die damit bezeichneten Gegenstände eingeführt sind; ich bemerke aber ausdrücklich, dass sie hier weder über die thierische, noch pflanzliche Natnr eine Andeutung geben sollen.

Verschiedenheiten des Inhaltes der Schwärmsporen.

Die wesentlichen nachweisbaren Verschiedenheiten im Inhalte verschiedener Schwärmsporen bestehen in dem grössern oder geringern Gehalte der Keimkörner. Die ansgebildeten Keimkörner sind in der Regel kngelig, seltener linsenförmig. Bisweilen liegen zwei so zusammen, dass das eine wie eine Schale über den grössern Theil des andern hinübergreift; solche uhrglasförmigen Körperchen kommen auch einzeln vor und können es auch leere Schaleu sein. Die Keimkörner

erreichen eine Grösse bis zu $^1/_{75}$ mm. im Durchmesser; es kommen aber auch weit kleinere vor. Man unterscheidet an ihnen eine das Licht auffallend stark brechende Schale und einen Inhalt; letzterer ist bei denen, welche in den Schwärmsporen vorkommen, nicht in dem Grade deutlich, wie bei vielen von den frei vorkommenden, über die sogleich berichtet werden soll. Bisweilen setzt er sich jedoch entschieden gegen die Schale ab und bildet ein nicht scharf umgrenztes gallertiges Kügelchen; in vielen Keimkörnern nimmt man ihn nicht direkt wahr. Die Keimkörner haben trotz der Einfachheit ihrer Form etwas so Charakteristisches, dass sie wohl mit keinem andern Gebilde verwechselt werden können; auf den ersten Blick möchte man glauben, man habe es mit grossen Fettkügelchen zu thun, man braucht sie aber nur durch einen starken Druck auf das Deckgläschen zu zersprengen, um sich sogleich vom Gegentheil zu überzeugen. Die Zahl dieser Keimkörner nimmt nun in manchen Schwärmsporen so überhand, dass sie mit den kleinen Kieselnadeln und eiweissartiger Substanz die Medullarmasse der Schwärmspore fast ausschliesslich bilden, indem sie theils einzeln darin liegen, theils auch mit einigen Fettkörnchen und Eiweissmasse verbunden zu kleinen Haufen von dreien und mehreren vorkommen. Solche Schwärmsporen erkennt man schon mit blossem Auge, indem der das Licht stark brechende Theil einen grössern Umfang in ihrem Innern einnimmt und bisweilen ein vollständiges Sphäroid bildet. Ich hebe hier beiläufig hervor, dass die oben beschriebene Form der Schwärmsporen auch eine weisse Kugel in sich zu enthalten scheint, wenn die Spore gerade mit ihrem vordern Theil sich nach unten wendet und die hintere Halbkugel nach oben kehrt; so wie sie aber wieder in der gewöhnlichen Weise schwimmt, überzeugt man sich von dem wirklichen Sachverhalt. Einige Male traf es sich, dass ein solches Keimkörnerkonglomerat mit seinen Kieselnadeln vollständig aus der Schwärmspore durch Zerplatzen ihrer Hülle hervortrat; es hatte die kugelige Form bewahrt und war von einer schleimartigen strukturlosen leicht zerplatzenden Hülle umkleidet.

Die Keimkörnerkonglomerate.

Solche Keimkörnerkonglomerate von kugeliger Gestalt finden sich nun in ungeheuern Mengen frei in den verschiedensten Theilen der Spongillen vor, namentlich sitzen sie aber häufig an der Basis. Sie kommen jedoch auch bis in die äussersten Spitzen vor. An allen diesen Stellen habe ich jedoch auch bewimperte Schwärmsporen entdeckt; sie dringen vollständig in die lebendige Spongillenmasse ein; es ist aber nur selten, dass sie sich ganz unversehrt herausheben lassen. Leere Gemmulaeschalen lagen an solchen Orten nicht. Indessen setzen sich die Schwärmsporen in den leeren Kieselskeleten ebenfalls fest; wenn man sie frei präparirt, so schwimmen sie wie gewöhnlich in der Flüssigkeit umher. Die Keimkörnerkonglomerate tragen nur selten noch die kleinen glatten und höckrigen Spicula in ihrem Innern; öfters findet man sie in ihrer unmittelbaren Umgebung. Die schleimartige Umhüllung liess sich bisweilen isoliren, indem der Inhalt durch einen allmäligen Druck entleert wurde; eine Struktur zeigte sie aber auch so niemals. Die Grösse der Keimkörnerkonglomerate schwankt zwischen $^1/_5$ bis $^1/_2$ Millimeter. Die Keimkörner sind entweder gleichmässig durch den ganzen Behälter vertheilt, oder sie sind in kugeligen Haufen geordnet, in welche auch fettartige Kügelchen mit schleimiger Masse eingehen. Manche von ihnen enthalten in ihrem Innern ein sich deutlich gegen die Schale absetzendes Gallertkügelchen, welches bisweilen feine fettartige Körnchen, in andern Fällen auch ein kernähnliches Gebilde einschliesst. Es ist hier der Ort, noch einmal auf Carter's Untersuchungen zurückzukommen. Soviel ich aus den darüber vorhandenen Beschreibungen entnehmen kann, sind die inselförmigen Gruppen von Keimen, welche nach Carter in die vielgestaltigen Zellen übergehen, unsere Keimkörnerkonglomerate; im Wesentlichen abweichend ist jedoch die Angabe dieses Beobachters, dass dieselben unmittelbar aus den Gemmulae ausschlüpfen sollen; dürfte man voraussetzen, dass Carter diesen Vorgang direkt beobachtet hat und ihn nicht blos vermuthet, und dass wirk-

lich die Schwärmsporen bei den von ihm erforschten Spongillen fehlen: so wäre eine so grosse Verschiedenheit in der Entwicklung so nahe verwandter Gebilde dargethan, wie sie sonst wohl kaum vorkommen mag.

Bisweilen sah ich Schwammstücke, deren Keimkörnerkonglomerate nicht mehr die angegebene bestimmt umgrenzte Form hatten, sondern im Zerfallen begriffen erschienen; ich fand auch die schleimartige Umhüllung nicht mehr vor; einzelne Keimkörner lagen in der nächsten Umgebung zerstreut.

Anch zu der Zeit, wo alle die beschriebenen Gebilde vorkommen, finden sich immer grosse Spongillenmassen, welche von allen diesen keine Spur enthalten. Selbst an ein und derselben Oertlichkeit findet man neben einander Spongillen, welche Gemmulae, Schwärmsporen und Keimkörnerkonglomerate in grosser Mengenbergen, und Spongillen, welche ganz frei davon sind.

Die Jugendformen der Gallertsubstanz und der Spicula.

Bereits im Juni bemerkt man auf den verschiedensten Stellen des Schwammes weisse Flecke von der Grösse eines oder mehrerer Keimkörnerkonglomerate, welche sich zum Theil bestimmt gegen die Spongillensubstanz absetzen, zum Theil mit ihrer Umgebung verfliessen. Man findet sie bisweilen auch auf andern Körpern auf dem Grunde der Gewässer, z. B. auf Schneckenhäusern, auf Phryganidenlarvenschalen, auf Strohhalmen, auf Steinen, kurz auf allen solchen Gegenständen, welche die Spongillen zu überziehen pflegen. Die mikroskopischen Bestandtheile, aus welchen sie bestehen, sind folgende: Keimkörner von der beschriebenen Form nnd Grösse, welche entweder ein feinkörniges Kügelchen in ihrem Innern haben, das sich deutlich gegen die Umhüllungsschale absetzt, oder ein zellenartiges Gebilde, das ein schwach lichtbrechendes Körperchen in sich enthält, ähnlich dem Nucleolus der Schwammzellen; Keimkörner, welche an einer Stelle ihrer

Oberfläche sarkoide Substanz hervorstrecken, und zwar setzt sich dieselbe in das Innere des Keimkornes hinein fort, indem die Conturen des ausserhalb liegenden Stückes in die des innerhalb liegenden übergehen; kleinere und grössere gewöhnliche Spongillenzellen, welche theils einen deutlichen Nucleolus zeigen, theils aber nur ein Konglomerat von vielen feinen Körnchen und sarkoider Substanz bilden, welches die amöbenartigen Bewegungen ausführt; verschiedene Formen kleiner und grösserer Kieselnadeln, welche theils den glatten und knorrigen gleichen, die innerhalb der Schwärmsporen und Keimkörnerkonglomerate vorkommen, theils aber grösser sind, indessen die Grösse der ausgewachsenen noch nicht erreichen. Es ist mir dunkel geblieben, ob diese Spicula sich aus den Keimkörnern entwickeln; es finden sich Formen unter ihnen, welche in der Grösse einem Keimkörnchen gleichkommen; sie sind entweder völlig kugelig oder an entgegengesetzten Stellen in feine Spitzen ausgezogen, oder spindelförmig und meist höckrig; man erkennt sie leicht an dem den Kieselnadeln eigenthümlichen Lichtbrechungsvermögen; an den kleinsten Exemplaren wird jedoch auch dies Merkmal unsicher.

Ob die beschriebenen Neubildungen des Schwammes die einzigen sind, welche vorkommen, oder ob es noch ausserdem möglich ist, dass die gewöhnlichen Spongillenzellen sich durch Theilung weiter vermehren, ist unbekannt.

Eine Vergleichung der Spongillen mit verwandten Gebilden findet sich in Johannes Müller's Abhandlung über *Thalassicolla, Collosphaera* und *Acanthometra* (Monatsbericht der Akademie April 1855).

Die zoospermartigen Körperchen.

Ebenfalls im Juni dieses und des verflossenen Jahres fanden sich nicht selten grosse Mengen von beweglichen Körperchen beim Zerfasern von Spongillen vor, welche sich leicht von denen unterscheiden lassen, die die Bewegungen der Schwärmsporen verursachen; jene haben nämlich weit längere

und dickere Fäden und ein viel kleineres Köpfchen, wie diese. Sie schwärmen meist zu vielen mit den Köpfchen an einander gelagert umher und erinnern in ihrer Bewegungsart sehr an die der bekannten Spermatozoiden. Selten gelingt es, sie an dem Orte ihres Ursprunges aufzufinden. Sie stammen nämlich aus kugeligen, mit einer strukturlosen durchsichtigen Umhüllungsmembran umgebenen Behältern, welche rings von Schwammzellen umlagert sind; der Durchmesser eines solchen Behälters beträgt ungefähr $^1/_{12}$ mm. Man sieht sie in dem Behälter sich mit grosser Schnelligkeit hin und herbewegen, bis derselbe an irgend einer Stelle aufplatzt, dann schwimmen sie in grössern nnd kleinern Gruppen nach den verschiedensten Richtungen aus einander, indem ihre Fäden stets hin- und herschwingen. Um ihre Bedeutung als Spermatozoiden zu beweisen, habe ich versucht, ihr Eindringen in den Porus der Gemmula, als die etwaige Mikropyle, zu beobachten; diese Versuche waren indess bis jetzt erfolglos.

Wie ich schon oben erwähnt habe, hat Carter eigenthümliche Gebilde in den Spongillen beobachtet, welche er für Spermatozoiden erklärt; diese stimmen mit den beschriebenen in keiner Beziehung überein; sie sind weit grösser nnd besitzen einen contractilen Kopftheil, während das weit kleinere Köpfchen der oben beschriebenen Spermatozoiden niemals Contractionen zeigt. Ich habe ähnliche Körperchen im Verlauf des Winters in den Spongillen gefunden, welche ganz mit den Abbildungen Carter's übereinstimmen; diese kann ich nur für kleinere nnd grössere Exemplare von *Trachelius trichophorus* halten, dessen Vorkommen in den Spongillen Carter nicht erwähnt, seltener fand sich eine Art Monaden, die ich mit Dujardin's *Cercomonas acuminata* für identisch halte; durch den Besitz einer deutlichen contractilen Blase unterscheidet sie sich jedoch sogleich von allen Bestandtheilen der Spongillen. Anders verhält es sich mit denjenigen Körperchen, welche Huxley als Spermatozoiden von *Tethyum* abgebildet hat; diese sind denen der Spongillen auffallend ähnlich; nur hat Huxley weder über ihren Ursprnng, noch über ihre Bewegungsfähigkeit etwas mitgetheilt.

Ich hatte das Glück, die hauptsächlichern der in vorstehender Arbeit besprochenen Gegenstände, die Schwärmsporen, die Keimkörnerkonglomerate, die Amphidisken in ihren zellenartigen Gebilden, meinem geehrten Lehrer, Herrn Johannes Müller, zeigen zu können; die Spermatozoiden sind seither bereits anderweitig von ihm beobachtet worden.

Beiträge zur Anatomie der Infusorien.

Von

N. Lieberkühn.

Ehrenberg giebt die der Gattung *Ophryoglena* eigenthümlichen Merkmale, insoweit sie der direkten Beobachtung zugänglich sind, dahin an, dass Mund und Analstelle nicht an einem Körperende liegen, dass der Körper auf seiner ganzen Oberfläche Wimpern trägt, und dass ein Stirnauge vorhanden ist, und zwar „ist der Mund eine Grube unter der Stirn, und die Afterstelle ist auf der Rückenseite an der Basis des Schwanzes beobachtet".

Von den drei Arten *Ophryoglena atra, acuminata, flavicans* wird die letztere folgendermaassen beschrieben: O. corpore flavicante, ovato, turgido, postico fine attenuato obtuso, ocello rubro frontali. Grösse $1/_{12}$ Linie. Weiter heisst es noch von der *O. flavicans*: „Sie glich einer Bursarie und ich unterschied sie von dieser nur durch den bis dahin in der Familie unerhörten Augenpunkt, dessen physiologische Wichtigkeit ich festhielt. Die Mundwimpern waren länger als bei den vorigen Arten. Der von der Stirn abgehende Mund bildet eine tiefe Tasche, und daneben war immer ein heller aber nicht so deutlicher Fleck, als bei den vorigen Arten". Aufnahme von Indigo gelang.

Ich fand häufig in Spreewasser, worin Spongillen lagen, während des verflossenen Winters und Frühlings ein Infusorium, welches die wesentlichen Eigenschaften mit *Ophryoglena flavicans* theilt und ausserdem einige bisher unbekannte Eigenthümlichkeiten zeigt. Es hat einen gelblichen überall bewim-

perten Körper; die Wimpern stehen in Längsreihen; es ist eiförmig, am hintern Ende verdünnt, ohne in eine Spitze auszulaufen. An dem von Ehrenberg Stirn genannten Theil trägt es einen braunrothen bis dunkelbraunen Pigmentfleck, und zwar unmittelbar neben dem Munde, welcher eine tiefe Tasche bildet. Der Fleck ist nach Ehrenberg nicht immer so deutlich wie bei den andern Arten; auch bei dem in Rede stehenden Thiere finde ich diese Ungleichmässigkeit vor, der Pigmentfleck der *Ophryoglena atra*, welche ich häufig in stehenden Gewässern bei Pichelsberge fand, ist in der Regel deutlicher. Die Unbeständigkeit in der Farbe des Augenfleckes bei unserm Infusorium bedingt keinen wesentlichen Unterschied, wenn man Perty's Angaben folgt, dass der Pigmentfleck von *Ophryoglena griseo-virens* bei jüngern Exemplaren röthlich, bei älteren schwärzlich ist. (Perty: zur Kenntniss kleinster Lebensformen in der Schweiz. S. 142.)

Abweichend ist bei dem von mir beobachteten Thier die Grösse, welche bis zu 1/4 Linie stieg, und ferner das beständige Vorhandensein von zwei contractilen Blasen, während Ehrenberg in der Regel nur eine sah, selten zwei, was er als beginnende Theilung auslegt.

Das Thier nahm reichlich Indigo auf; das Auswerfen von Substanzen habe ich nicht gesehen und weiss daher über eine Analstelle nichts anzugeben; ein besonderes Loch war nicht sichtbar.

Die Gegenwart eines Augenfleckes, die Lage des Mundes, der Wimperüberzug über den ganzen Körper verlangen die Stellung des Thieres unter die Ophryoglenen; und die beschriebene Form des Körpers, seine Farbe, die eigenthümliche, eine Tasche bildende Gestalt des Mundes, die Schwankungen in der Deutlichkeit des Pigmentfleckes: dies Alles lässt es wohl gerechtfertigt erscheinen, das Thier bis zur Auffindung sicherer Unterscheidungsmerkmale *Ophryoglena flavicans* zu nennen. Die nachfolgenden Mittheilungen über dasselbe beziehen sich im Wesentlichen auf die Existenz eines bisher unbeobachteten uhrglasförmigen Organes neben dem Pigmentfleck und auf das Gefässsystem.

Der Augenfleck und das uhrglasförmige Organ.

Um die Lage dieser Theile genau angeben zu können, soll vorerst der Mund des Thieres näher beschrieben werden. Derselbe bildet eine schmale Spalte in Form einer halben Kreislinie und liegt in einer geringen Vertiefung. Bei einem grossen Exemplare, dessen Länge 0,6 mm., dessen grösste Dicke 0,14 mm. maass, betrug die Entfernung der obern Mundspitze vom Kopfende 0,1 mm., und die der untern von der obern Mundspitze 0,024 mm. Die Mundwimpern, welche auf dem ganzen Rande der Spalte aufsitzen, sind weit länger, als die ohnehin schon langen Wimpern des übrigen Körpers; man sieht sie weit über die letztern hinweg ragen, wenn das Thier gerade so liegt, dass der Mund in den Rand des Bildes fällt. Die Mundspalte führt sogleich in einen sackförmigen Raum, welcher sich eine kurze Strecke in die Körperhöhle hinein verfolgen lässt, wenn diese nicht gerade von den das Licht stark brechenden Körnchen angefüllt ist; man erkennt dann auch im Innern des Sackes eine beständig hin und her schwingende Membran. Vollkommen deutlich wird dieser Theil aber in der Regel erst, wenn man beim Zerdrücken des Thieres den Mundtheil nebst der Tasche isolirt erhält; der Mund ist der Eingang in die Tasche; auf der entgegengesetzten Seite ist die Oeffnung, durch welche die in den Mund gelangten Substanzen weiter geführt werden. Nahe an dieser setzt sich die schwingende Membran an und befestigt sich mit ihrer einen Kante auf der innern Wand des Sackes, mit den übrigen Theilen ragt sie frei in denselben hinein. Dass es nicht eine nur scheinbare undulirende Membran ist, wie Stein mit Recht von dem Wimperkreise der Trichodinen behauptet, davon überzeugt man sich sogleich, wenn man das isolirte Mundstück zerdrückt, während die Membran noch flimmert.

Unmittelbar neben der Mundspalte auf ihrer concaven Seite liegt der Pigmentfleck. Seine Form ist äusserst unregelmässig, bald ist er kugelförmig, bald ellipsoidisch, bei vielen Exemplaren gezackt. In der Regel ist er so deutlich, dass

er sogleich in die Augen fällt, bisweilen ist er jedoch so klein, dass man ihn nur bei genauerer Untersuchung wahrnimmt. Nur bei den gerade mit stark lichtbrechenden Substanzen angefüllten Thieren ist es stets schwierig, ihn aufzufinden. Der Pigmentfleck der *Ophryoglena atra* hat im Ganzen mehr Gleichmässigkeit in Form und Grösse. Wenn man eine *Ophryoglena flavicans* zwischen Objektträger und Deckglas zerquetscht, so findet man, dass der Pigmentfleck aus einer Anhäufung von feinen, kaum messbaren Körnchen besteht, welche das Licht stark brechen. Eine Linse konnte ich niemals in dem Pigment entdecken. Alle von mir untersuchten Exemplare besassen nur einen Pigmentfleck. Neben demselben lag stets ein bisher nicht beobachtetes Gebilde, dessen Gestalt vollständig bezeichnet ist, wenn man es ein Uhrglas im verjüngten Maassstabe nennt. Das uhrglasförmige Organ ist durchsichtig und glashell, und zeigt keine Spur von Faserung oder anderweitiger Struktur. Die kreisförmige Basis desselben hat einen Durchmesser von nahezu 0,01 mm.; seine Höhe beträgt ungefähr den dritten Theil von der Länge dieses Durchmessers; die Krümmung ist sehr bedeutend. Dem Pigmentfleck kehrt das uhrglasförmige Organ in der Regel seine convexe Seite zu; mit der concaven ist es nach der Kopfspitze hingewendet. Es scheint von dem Thiere nicht bewegt werden zu können. Isolirt leistet es der Einwirkung des Wassers länger Widerstand, als es gewöhnlich bei den übrigen Körpertheilen dieses Infusoriums der Fall ist; nach einiger Zeit schwillt es im Wasser etwas auf und bekommt häufig in der Mitte ein Loch. Die Anwesenheit des uhrglasförmigen Organs ist nicht von der Anwesenheit eines Pigmentfleckes abhängig: denn *Ophryoglena atra* besitzt einen Pigmentfleck, aber kein uhrglasförmiges Organ, und *Bursaria flava* hat ein uhrglasförmiges Organ, aber keinen Pigmentfleck. Bei andern Infusorien mit Augenpunkten, bei den Euglenen, Peridinien habe ich vergeblich nach dem besprochenen Organ gesucht. Ueber seine Function ist mir keine Aufschluss gebende Thatsache bekannt geworden.

Der Nucleolus,

ein Gebilde, welches zuerst v. Siebold bei *Loxodes bursaria* beschrieben und später auch Stein bei *Prorodon* beobachtet hat, ist eigentlich ausser dem Augenpunkt der einzige Theil, welcher die besprochene Ophryoglene sogleich von der *Bursaria flava* unterscheidet, wenigstens von allen denjenigen Exemplaren, welche bis jetzt von mir beobachtet worden sind. Beide Thiere stehen sich im Ganzen noch näher, als die auch in der Form und Mundbildung sehr ähnlichen *Bursaria leucas* und *Ophryoglena atra*, wie denn Ehrenberg selbst angiebt, dass er *Ophryoglena flavicans* von einer Bursarie nur durch den Augenpunkt unterschieden habe. *Bursaria flava*, welche ich in grossen Mengen im Frühling und Sommer in den stehenden Gewässern des hiesigen Thiergartens gefunden habe, hat denselben Bau des Mundes, dieselbe schlundartige Verlängerung, dieselbe undulirende Membran, wie *Ophryoglena flavicans*; auch das uhrglasförmige Organ sitzt an derselben Stelle neben der concaven Seite des Mundes, und ist ebenso in der Regel mit seiner convexen Seite nach der Kopfspitze zugekehrt; nur ist es etwas grösser, es betrug nämlich die Länge des Durchmessers der Basis 0,015 mm., trotzdem das Thier durchweg nur $1/4$ mm. lang war. Im Innern des Körpers liegen häufig blassockergelbe gegen 0,01 mm. grosse kugelige Körner, welche das Thier undurchsichtig machen, dazwischen fanden sich einzelne farblose sphäroidische Räume, ganz wie es Ehrenberg für *Bursaria flava* mittheilt. Eine Afteröffnung konnte auch ich nicht finden, aber bisweilen war am hintern Ende des Körpers eine hellere Stelle und Einbiegung, was Ehrenberg auf die Analöffnung bezieht. Die Körperform fand ich vollständig mit der von Ehrenberg abgebildeten *Bursaria flava* in Uebereinstimmung, ebenso auch die Lage der contractilen Blase. Es passt sonach genau Ehrenberg's Beschreibung: Bursaria corpore ovato-oblongo, flavo, saepe postica parte paullo tenuiore, subacuto, ore corporis aliqua parte superato.

Kehren wir nun zur Beschreibung des Nucleolus bei *Ophryo-*

glena flavicans zurück. Da dies Thier gewöhnlich nur äusserst wenige und feine Körnchen von starkem Lichtbrechungsvermögen in seinem Innern enthielt (in seltenen Fällen fand ich ähnliche, wie bei *Bursaria flava* vorkommen), so fielen die innern Theile meist sogleich in die Augen. Der Nucleolus hat die Form eines Gerstenkornes und ist an den beiden Spitzen mit einigen scharf hervortretenden Streifen oder Einschnitten versehen; sein Längsdurchmesser beträgt etwas über 0,02 mm., seine Dicke in der Mitte ungefähr 0,01 mm. Die Substanz desselben hat ein stärkeres Brechungsvermögen als die übrige Körpermasse, aber ein weit geringeres als die fettartigen Kügelchen. Sie zeigt selbst bei den stärksten Vergrösserungen des Mikroskopes keine Struktur und widersteht der Einwirkung des Wassers ziemlich lange. Der Nucleolus sitzt mitten auf der Samendrüse, wie Ehrenberg diesen Theil bezeichnet, oder dem Nucleus, wie ihn v. Siebold nennt. Der Nucleus ist ungefähr ein Fünftel so lang, als das ganze Thier und in der Mitte ein drittel Mal so breit als lang. Seine Längachse fällt so wie die des Nucleolus in der Regel nahezu in die Längsachse des Thieres. Seine Gestalt ist eiförmig; seine Substanz ohne erkennbare Struktur.

Ganz anders verhält sich bei den bis jetzt von mir beobachteten Exemplaren der *Bursaria flava* der Nucleolus. Derselbe war stets so klein, dass er sich nur schwierig auffinden liess und immer nur erst beim Zerdrücken des Infusoriums zum Vorschein kam, während er bei *Ophryoglena flavicans* gewöhnlich schon durch die Haut hindurch zu sehen ist. Er ist von kugeliger Form und zeigt keine Struktur. Meist klebt er auf der Oberfläche des eiförmigen Nucleus fest.

Der Nucleus ist auch nicht grösser bei den etwas grössern Exemplaren der *Bursaria flava*, welche zwei contractile Blasen besitzen. Ich fand solche bisweilen zugleich mit den einblasigen. Sie wichen in ihrer Gestalt, in der Beschaffenheit des Wimperüberzuges, in der Mundbildung gar nicht von den übrigen ab, so dass ich sie so lange für identisch damit hielt, bis ich die zweite contractile Blase bemerkte oder das etwas anders gestaltete und kleinere uhrglasförmige Organ;

letzteres besass nämlich bei den bis jetzt darauf untersuchten Exemplaren keine kreisförmige, sondern eine elliptische Basis, insoweit sich nach dem blossen Ansehen ein Urtheil hierüber abgeben lässt. Die an einem Exemplare angestellten Messungen ergaben: Länge des Thieres 0,4 mm., grösste Dicke 0,2 mm., Durchmesser des kugelförmigen Nucleus 0,07, des Nucleolus 0,007 mm., Entfernung des Mundes von der Kopfspitze 0,12 mm., Entfernung der contractilen Blasen von einander 0,1, der hintern von der Schwanzspitze 0,07 mm., grösster Durchmesser der Basis des uhrglasförmigen Organes 0,007, kleinster 0,004 mm.

Das Gefässsystem

besteht aus den contractilen Blasen und aus einem System von Kanälen, welche in dieselben ausmünden. Zur Beobachtung dieser Gegenstände eignen sich am meisten diejenigen Exemplare der *Bursaria flava*, welche in ihrem Innern nur die kleinsten Formen der das Licht stark brechenden Körnchen enthalten; ich fand solche häufig zwischen den andern in den Gewässern des hiesigen Thiergartens. Die contractile Blase liegt in der unmittelbaren Nähe des Mundes, ein wenig mehr nach hinten; wenn man sich vorstellt, das Thier liege auf dem Rücken, der Mund nach oben und sei mit dem Kopfende vom Beobachter abgewendet, so findet sich die contractile Blase links vom Munde auf seiner convexen Seite ungefähr einen Viertelkreisbogen von ihm entfernt; bei den zweiblasigen liegt die vordere contractile Blase genau ebenso, und die hintere fällt in eine gerade Linie, welche man sich von der vordern nach der Schwanzspitze hin gezogen denkt; bei den oben beschriebenen Ophryoglenen ist ihre Lage ganz dieselbe. Betrachtet man eine solche Bursarie bei etwa 300facher Vergrösserung, so erblickt man nahe an ihrer Oberfläche eine Menge lichter Streifen, welche von dem vordern und hintern Körpertheile nach der contractilen Blase hin in grössern oder kleinern Windungen zusammenlaufen. In jedem solchen Streifen erkennt man einen äusserst feinen, aber vollständig deutlichen Kanal, welcher schliesslich in die contractile

Blase endigt; man unterscheidet leicht seine Wandungen und seinen Inhalt durch ihr verschiedenes Brechungsvermögen. Wenn man einen solchen Kanal von der Ausmündungsstelle aus rückwärts verfolgt, so entdeckt man öfter, nachdem er einen kurzen Weg durchlaufen hat, eine Abzweigung; diese kann man häufig bis an eins der Körperenden hin verfolgen und bisweilen giebt sie noch einmal einen Zweig ab; schliesslich werden die Kanäle aber so äusserst fein, dass man sie aus den Augen verliert. Sehr deutlich sieht man ihre Ausmündung und ihren weitern Verlauf auch dann, wenn die contractile Blase gerade nach oben hin gekehrt ist; man erkennt dann, wie zwischen dem der Körperoberfläche sehr nahe liegenden contractilen Behälter und zwischen jener innerhalb der Corticalsubstanz die Kanäle verlaufen und sieht auch die Ausmündungsstelle. Eine bemerkenswerthe Stelle ist noch die, wo der Kern am nächsten an die Oberfläche des Körpers heranrückt, hier sieht man auf seiner hellen Grundlage die Kanäle ausgezeichnet klar. Einige Kanäle ziehen sich stets in geringen Krümmungen sogleich nach der untern Partie des Mundes hinüber. Liegt das Thier so, dass die contractile Blase am Rande des Körpers erscheint, so sieht es bisweilen aus, als mündeten hier einer oder mehrere Kanäle nach aussen, bei genauerer Betrachtung sieht man sie jedoch sich umbiegen und nach andern Theilen des Körpers verlaufen.

Die Zahl der in die contractile Blase einmündenden Gefässe ist ungefähr dreissig bei *Bursaria flava*; so viel oder einige mehr oder einige weniger zählte ich bei allen darauf untersuchten Exemplaren. Sie sind anscheinend gleichmässig über die ganze Oberfläche vertheilt.

Die mit zwei contractilen Blasen versehenen Exemplare der *Bursaria flava* haben das Kanalsystem doppelt; jedes gruppirt sich selbstständig um seinen Behälter. Die Kanäle des hintern Behälters erstrecken sich bis in das Bereich des vordern; Communicationen zwischen beiden habe ich niemals auffinden können.

Die Ophryoglenen aus der Spree liessen von den Gefäs-

sen nur wenig wahrnehmen, selbst wenn sie im Innern des Körpers fast nur schwach lichtbrechende Substanz enthalten. Wenn ein geeignetes Exemplar etwas zwischen Objektträger und Deckglas gedrückt wird, so dass es sich nicht mehr von der Stelle bewegen kann, so sieht man die Gefässe namentlich genau, wo sie den Kern als Unterlage haben, und wo sie in die contractile Blase enden.

In das Innere des Thieres hinein z. B. nach dem Kern hin habe ich keine Gefässe verfolgen können. Ebenso ist es mir bis jetzt unbekannt geblieben, ob derjenige Theil der contractilen Blase, welcher nach dem Mittelpunkt des Thieres hingewendet ist, Gefässe aufnimmt.

Bursaria flava sowohl, als *Ophryoglena flavicans* gehören zu denjenigen Infusorien, deren contractile Behälter die bekannte sternförmige Gestalt annehmen können. v. Siebold fasst diese Erscheinung für *Paramecium* in folgende Worte: „diese pulsirenden Räume haben eine sehr auffallende Gestalt, sie bestehen nämlich aus zwei mittlern runden Höhlen, um welche fünf bis sieben kleinere birnförmige Behälter, mit nach aussen gerichteten Spitzen, in Gestalt eines Sternes, herumstehen. Bei dem Pulsiren dieser sonderbaren sternförmigen Behälter verschwinden bald die Sterne vollständig, bald nur die mittlern runden Räume, bald nur die Strahlen". Die undurchsichtigen Bursarien zeigen diese Erscheinung ganz ähnlich, wie v. Siebold sie beschreibt; und diejenigen Exemplare, welche das Gefässsystem erkennen lassen, geben die Erklärung dazu. Es sind nämlich die kleinen birnförmigen Räume nichts Anderes, wie die Anfänge der Gefässe, welche von der angesammelten Flüssigkeit anschwellen, und die Strahlen sind die weiten Fortsetzungen derselben, welche bis an die Körperenden verfolgt werden können.

In dem Moment, wo die contractile Blase die grösste Ausdehnung erreicht hat, also die Diastole beendet ist, erscheint sie in Form einer mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllten Kugel, von der nach allen Seiten hin in die Corticalsubstanz die Gefässe als anscheinend gleich weite Kanäle auslaufen; sie haben jetzt den geringsten Durchmesser, welchen sie über-

haupt an ihren Ansmündnngsstellen anzunehmen vermögen. Für die undurchsichtigen Exemplare ist dies derjenige Moment, wo nur die geöffnete contractile Blase bemerkt wird. Noch bevor man jetzt den Eintritt der Systole bemerkt, beginnen die Gefässe ungefähr um einen Durchmesser der contractilen Blase von deren Oberfläche entfernt langsam um das Mehrfache ihres ursprünglichen Lumens sich auszudehnen. Je mehr nun die Systole vorschreitet, desto umfangreicher und länger wird die angeschwollene Stelle; sie nähert sich der contractilen Blase mehr und mehr. Stellen wir uns den Moment vor, wo der Durchmesser der contractilen Blase etwa auf ein Viertel seiner ursprünglichen Grösse vermindert ist, so ist die Gestalt des Apparates im Wesentlichen die bekannte sternförmige Figur, wie sie etwa Dujardin für *Paramecium Aurelia* abbildet, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Ausmündungen der Strahlen deutlich zu sehen sind und ihre peripherischen Fortsätze sich in Form von Kanälen über das ganze Thier weithin ausdehnen. Undnrchsichtige Exemplare der Bursarien bieten die Erscheinung auch nur in dem Maasse dar, dass die Ausstrahlungen mit einer feinen Zuspitzung etwa nm den Durchmesser des Behälters von ihm entfernt enden. Schliesst sich nun die contractile Blase vollständig, so erblickt man nur die spindelförmig angeschwollenen Gefässe, wie sie mit ihren Spitzen in einem Punkte zusammenlaufen. Die Systole ist damit beendet. Es beginnt wieder die Diastole. Betrachten wir den Moment, wo der Behälter wieder die Hälfte seines grössten Durchmessers erreicht hat. Die Erscheinung ist eine völlig andere, wie im entsprecheuden Moment der Systole. Die Gefässe sind jetzt nicht spindelförmig sondern trichterförmig angeschwollen, die Basis des Trichters steht in der contractilen Blase und die Spitze setzt sich als das Gefäss in seinen weitern Verlauf fort. Es ist dies diejenige Form, welche Ehrenberg für *Paramecium Aurelia* abgebildet hat, nnr mit Hinweglassung des weiteren Gefässverlaufes; v. Siebold verwirft zwar Ehrenberg's Abbildung und erkennt die Dujardin's an; in Wirklichkeit sind aber beide richtig, nur werden verschiedene Momente dargestellt, Du-

jardin giebt einen Moment ans der Systole und Ehrenberg aus der Diastole.

Je mehr sich jetzt die contractile Blase ansdehnt, desto mehr verkürzt sich die Höhe jenes Trichters und verbreitert sich verhältnissmässig seine Basis, oder mit andern Worten: Das Gefäss ist nur an seiner Ausmündungsstelle erweitert, und die Höhe der erweiterten Stelle sinkt um so mehr, je weiter die Diastole des Behälters vorschreitet. Bei undurchsichtigen Bursarien sieht man in diesem Moment nur die contractile Blase, wie sie nach verschiedenen Seiten hin in kurze trichterförmige Fortsätze ausgezogen ist. Allmälig verschwinden nun diese Fortsätze vollständig, indem die contractile Blase sich auf ihr ursprüngliches Volnmen erweitert. Man sieht jetzt wieder, wio von der möglichst ansgedehnten contractilen Blase die sämmtlichen Gefässe als dünne Streifen nach allen Seiten hin in die Corticalschicht auslaufen; in den undnrchsichtigen Exemplaren ist nur der contractile Behälter sichtbar.

Die Vorgänge, welche aber beschrieben wurden, sind die gewöhnlichen, wie man sie beobachtet, wenn ein geeignetes Exemplar sich gar nicht oder nur wenig anf dem Objektträger hin und her bewegen kann. Wenn nun eine Bursarie noch stärker mit dem Deckglase gedrückt wird, oder wenn das Wasser auf dem Objektträger grösstentheils verdampft ist, so treten noch einige eigenthümliche Erscheinungen auf, nnd zwar sowohl an der contractilen Blase, als auch an den Gefässen. Während die letzte Diastole noch vollständig zu Stande kommt und man nichts Abweichendes bemerken kann, als dass der Behälter sich mehr in die Länge zieht, treten bei der Systole plötzlich zwei contractile Blasen statt einer auf; es schiebt sich nämlich ein Theil der umgebenden Snbstanz mitten durch die contractile Blase, während sie sich mehr und mehr zusammenzieht, hindurch und theilt sie in zwei Theile. Von diesen beiden neuen Behältern hat jeder seine eigene Systole und Diastole. Meistens finden ihre Contractionen nicht in demselben Moment statt. Jeder ist mit denjenigen Gefässen im Zusammenhang, welche vor der Trennung in ihn ausmündeten. Die Gefässe zeigen noch dasselbe

Spiel, wie wenn es ein unversehrter contractiler Behälter wäre. Bisweilen vereinigen sich beide Behälter wieder zu einem einzigen. Dies sah ich während der Diastole geschehen, welche gerade bei beiden gleichzeitig stattfand; sie rückten nahe an einander, zogen sich in einander zugewendete Spitzen aus, welche sich berührten, nnd bildeten einen doppelbrotförmigen Behälter, welcher sich schnell in einen kugeligen verwandelte und wie ursprünglich sich zusammenzog und ausdehnte.

Bei *Phialina vermicularis*, *Bursaria cordiformis* u. a. beobachtete bereits v. Siebold, „dass bei starken Contractionen des ganzen Leibes ein grösserer runder pulsirender Raum sich in die Länge zieht, in der Mitte einschnürt und zuletzt in zwei kleinere runde Ränme von einander theilt, ganz wie wenn sich ein Oeltropfen in zwei Theile aus einander zieht“. Während der mitgetheilten Veränderungen an den contractilen Blasen gehen in der Regel auch Veränderungen an den Gefässen vor. So erscheinen Erweiterungen derselben an Stellen, welche sehr entfernt von den contractilen Behältern liegen. Diese Erweiterungen sind aber nicht dem rhythmischen Verschwinden nnd Wiederentstehen unterworfen, sondern sie sind bleibend; sie enthalten dieselbe farblose Flüssigkeit, wie die contractilen Blasen und sind meist kugelig oder ellipsoidisch. Sieht man solche Gefässerweiterungen an Exemplaren, welche die Gefässe selbst wegen nngünstiger optischer Verhältnisse nicht zeigen, so muss man sie für Vacuolen im Sinne Dnjardin's halten. Ihre Verbindung mit den Gefässen und die Art ihrer Entstehung, welche der Beobachtung leicht zngänglich ist, beweisen, dass sie von den Vacnolen im Innern des Körpers, welche theils Nahrungssubstanzen enthalten, theils nicht, durchaus verschieden sind.

Es ist mir nicht gelungen, in irgend einem Falle eine Membran der contractilen Behälter oder der Gefässe zu isoliren. Von Bewimperung innerhalb des Gefässsystems finde ich keine Spur. Dadnrch allein schon unterscheiden sich die mit Gefässen versehenen Infusorien wesentlich von den Distomenembryonen, bei denen G. R. Wagener bewimperte Gefässe aufgefunden hat.

Ueber die Funktion der contractilen Blasen sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden; man findet Ausführlicheres darüber in Claparède's Arbeit über *Actinophrys* (Müller's Archiv 1854. S. 398). Claparède erklärt mit Recht die contractilen Behälter für Organe des Kreislaufs. In welcher Richtung die Flüssigkeit in den Gefässen strömt, darüber ist für gewöhnlich nicht direct zu beobachten, da namentlich feste Körperchen in derselben, etwas den Blutkörperchen anderer Thiere Aehnliches, nicht zu sehen sind. Ist es ein vollständiger Kreislauf? Oder strömt die Flüssigkeit in denselben Gefässen wieder zurück, in welchen sie die contractile Blase vorwärts getrieben hat? Oder wird beständig der Inhalt der contractilen Blasen nach aussen entleert? Letztere Ansicht ist von Oscar Schmidt aufgestellt worden; er giebt an, dass er bei der Gattung *Bursaria* und *Paramecium* die Ausmündungsstelle gesehen habe. Claparède tritt hiergegen auf, indem er bei *Actinophrys* trotz der genauesten Beobachtung nicht habe entdecken können, dass sich bei der Systole der Inhalt des contractilen Behälters nach aussen entleerte; *Actinophrys* ist zur Beantwortung dieser Frage mehr als ein bewimpertes Infusorium geeignet; ich habe bei *Actinophrys sol* und *Eichhornii* vielfach nach Strömungen in den umgebenden Flüssigkeiten gesucht, in denen Massen von feinen Körnchen unmittelbar vor dem Ausgang des contractilen Behälters lagen, aber niemals sah ich, ebensowenig wie Claparède, eine entsprechende Verschiebung unter ihnen zu Stande kommen, wenn die Blase sich contrahirte. Für *Bursaria leucas, vorticella, Paramecium aurelia, Paramecium Chrysalis* habe ich folgende Resultate erhalten. Die Contraction findet vollständig in der Art statt, wie es Schmidt angiebt; die Blase zieht sich von dem Innern des Thieres nach einem der Oberfläche nahe liegenden Punkte hin zusammen, und dehnt sich beim Eindringen der Flüssigkeit in der Weise wieder aus, dass sie von der Oberfläche des Thieres aus nach dessen Innern hin allmälig an Durchmesser wächst. Lehrt aber diese Erscheinung, was Schmidt daraus folgert, dass nämlich der Behälter dieserhalb seinen Inhalt jedes Mal nach

aussen entleert, wenn er sich nach aussen hin zusammenzieht und sich von aussen wieder füllt, wenn er sich nach innen ausdehnt? Wenn der contractile Behälter mit demjenigen Theile, welcher nach der Oberfläche des Thieres hin gekehrt ist, an der Innenseite der Corticalsubstanz befestigt wäre, während der in das Innere des Körpers hineinragende Theil frei in der weichen Medullarmasse schwebte, würde dann nicht die Zusammenziehung von innen nach aussen stattfinden müssen und die Ausdehnung von aussen nach innen: mag die Flüssigkeit ein- und ausströmen, wie sie will? Bei *Actinophrys*, bisweilen bei *Arcella vulgaris*, bei *Urostyla grandis*, müsste für die contractilen Behälter eine ganz andere Bedeutung aufgestellt werden, wenn Schmidt's Kriterium Geltung hätte; hier zieht sich nämlich der Behälter nicht nach der Körperoberfläche hin zusammen, sondern nach dem Körper hinein, und bildet eine Erhabenheit aussen, wenn er sich anfüllt, was von v. Siebold und Claparède für *Actinophrys* näher beschrieben ist. Indessen ist es dies nicht allein, worauf Schmidt seine Ansicht stützt; er behauptet auch beobachtet zu haben, dass die contractile Blase wirklich eine Oeffnung nach Aussen habe. Ich muss es bestätigen, dass *Bursaria vorticella* eine entschiedene Oeffnung am Hinterleibsende hat und zwar gerade an der Stelle, wohin sich die contractile Blase bis zum Verschwinden zusammenzieht. Aber von dieser Oeffnung, welche ich sah, steht nur so viel fest, dass sie die Analöffnung ist, welche bereits Ehrenberg beschrieben hat; ich habe das Austreten von Resten verschlungener Substanzen, von Bacillarienschalen, von feinen unbestimmbaren Körnchen u. s. w. gerade aus diesem Loch so häufig gesehen, dass darüber kein Zweifel sein kann, ja gerade während der Diastole gleitet nicht selten ein Körperchen zur Analöffnung hinaus, also in demselben Moment, wo nach Schmidt die Flüssigkeit von Aussen einströmen soll. (Die eben besprochene Bursarie fand ich während des Frühlings und Sommers im stehenden Gewässer bei Tempelhof; sie stimmt in der Grösse vollständig mit Ehrenberg's *Bursaria vorticella* über-

ein; die Mundöffnnng liegt ähnlich wie bei *Bursaria truncatella*, bei der ich jedoch keine contractile Blase am Hinterleibsende bemerke; die von mir beobachteten Exemplare der *Bursaria truncatella* hatten sämmtlich eine Grösse von 1/3 Linie und darüber, die von *Bursaria vorticella* höchstens 1/9 Linie. Letztere tst jedenfalls keine *Leucophrys*; sie würde also für den Fall, dass Ehrenberg seine *Bursaria vorticella* für einen *Leucophrys* erklärte, ein von dieser verschiedenes Thier sein.) Ebensowenig konnte ich mich bei den Paramecien von der Richtigkeit der Ansicht Schmidt's überzeugen. Wenn ein Exemplar von *Paramecium aurelia* so liegt, dass man die contractile Blase, sei es die vordere oder die hintere, am Rande erblickt, so scheint es unter Umständen, als liefe direkt ein kurzer Kanal von ihr durch die Haut des Thieres hindurch nach Aussen, iu Wirklichkeit verlief er aber nur in der Haut und bog nach der vom Auge abgewendeten Körperseite um; dasselbe finde ich bei *Paramecium Chrysalis* vor; es ist stets eine von den Ausstrahlungen der contractilen Blase gewesen, welche den Schein der Ausmündung darbot; ebenso ist es bei *Bursaria flava*, wo ich die Umbiegung des Gefässes nach der entgegengesetzten Seite des Körpers hin auf das Entschiedenste verfolgen konnte. Für die Vorticellen stellt F. Stein die Ausmündung der contractilen Blase geradezu in Abrede. Hiernach ist klar, dass die Bedeutung eines Wassergefässsystems für die contractilen Behälter unbewiesen ist.

Lässt es sich nun aber vielleicht eher feststellen, dass die contractilen Behälter ihren Inhalt wieder zurück in's Parenchym ergiessen, aus dem sie ihn empfingen, wie v. Siebold lehrt? Und wenn dies der Fall ist, auf welchem Wege würde es geschehen? Alles spricht zunächst dafür, dass die contractilen Blasen während der Diastole von den Gefässen aus gefüllt werden. Man sieht, wie während derselben die nahe an der Einmündungsstelle angeschwollenen Gefässe allmälig oder plötzlich zu ihrer geringsten Weite zurückkehren, wie die sternförmige Figur verschwindet. Auch beobachtete ich,

wie eine durch die Flüssigkeit aufgetriebene Stelle eines Gefässes, welche am äussersten Ende des Thieres entstanden war, den ganzen Weg bis zur contractilen Blase während einer einzigen Diastole zurücklegte; es lässt sich diese Erscheinung so auffassen, dass die angestaute Flüssigkeit, welche das Gefäss kugelig aufgetrieben hatte, während der angegebenen Zeit bis in den contractilen Behälter hineinfloss.

Wenn es sonach annehmbar erscheint, dass die contractilen Blasen von den Gefässen aus gefüllt werden: so lehren die mitgetheilten Beobachtungen gar nichts darüber, wohin die Flüssigkeit während der Systole strömt.

Es ist mir bis jetzt nur eine Thatsache bekannt geworden, welche hierher gehört. Bei *Bursaria vorticella* nimmt man nämlich Folgendes wahr: sobald die contractile Blase, welche am Hinterleibsende liegt, sich zusammengezogen hat, bemerkt man, wie an den Rändern des in seiner gewöhnlichen Weise schwimmenden Thieres zwei lange schmale mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllte Räume entstehen, welche sich von der Höhe des Mundes bis zur Gegend der contractilen Blase hin erstrecken. Sie erweitern sich beide allmälig und rücken dabei der Analstelle immer näher; hier treffen sie zusammen, verlieren ihre oft sehr unregelmässige Form und gehen in die kugelige über; der sonstige Körperinhalt wird dabei nach oben verdrängt; jetzt contrahirt sich dieser kugelige Behälter bis zum Verschwinden, ohne dass man sieht, wo seine Flüssigkeit hin getrieben wird; nach einiger Zeit kommen die schmalen hellen Streifen wieder zum Vorschein und der Vorgang wiederholt sich in der angegebenen Weise. Die zuführenden Kanäle füllen sich also nicht beim Eintritt der Systole. Müsste das aber nicht um so mehr erwartet werden, wenn die Flüssigkeit auf denselben Wegen wieder zurückströmte, auf welchen sie gekommen ist, zumal das Verschwinden der contractilen Blase weit schneller zu Stande kommt, als ihr Entstehen?

Besondere Kanäle, in denen man die Flüssigkeit in den

Körper während der Systole zurückströmen sieht, und durch die ein vollständiger Kreislauf vermittelt würde, sind mir bisher bei keinem Infusorium bekannt geworden.

Die in der vorstehenden Arbeit mitgetheilten Thatsachen sind zuerst in der Sitzung der naturforschenden Freunde am 19. Juni d. J. veröffentlicht worden.

Weitere Beiträge zur Lehre vom Stoffwandel.

Von

Fr. Th. Frerichs und G. Staedeler.

Wir haben vor etwa einem Jahre in diesem Archiv[1]) die Mittheilung gemacht, dass die Proteinstoffe im menschlichen Organismus eine ganz ähnliche Spaltung erleiden können, wie bei der künstlichen Zersetzung durch Säuren und Alkalien. Wir hatten nachgewiesen, dass die dabei auftretenden, krystallinischen Produkte, das Leucin und Tyrosin, sich bei gewissen Krankheiten der Leber, in diesem Organ anhäufen, und gestützt auf das Resultat der Untersuchung gesunder menschlicher Lebern, der Milz und einiger anderer Organe, sprachen wir die Ansicht aus, dass das Leucin schon früh im Organismus gebildet und wahrscheinlich in der Leber, ebenso wie das Tyrosin, zur Bereitung der Gallensäuren verwandt werde.

Unsere ferneren Untersuchungen haben die frühe Bildung des Leucins in der That vollständig bestätigt, denn wir fanden dasselbe, mitunter begleitet von Tyrosin und andern krystallinischen Stoffen, in den verschiedensten Organen von Menschen und Thieren.

Obwohl wir unsere Untersuchung schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahres mit bestem Erfolg fortsetzten, und über die grosse Verbreitung des Leucins völlige Gewissheit erlangten, so schoben wir doch die Publikation bis jetzt auf, weil die Nachweisung von Tyrosin, das wir als constanten Begleiter des Leucins vermutheten, uns häufig nicht gelang;

1) 1854. S. 383.

die meisten Versuche wurden aus diesem Grunde mehrfach wiederholt. Ausserdem war es unser Wunsch, die Abweichungen in Betreff des Vorkommens beider Körper kennen zu lernen, die sich etwa bei Krankheiten ergeben möchten.

Eine solche Zögerung ist heut zu Tage etwas gewagt, wenn bereits Bruchstücke aus einer Untersuchung bekannt geworden sind; wir haben dies selbst erfahren müssen. Dessenungeachtet bedauern wir keineswegs den Aufschub, da es uns dadurch ermöglicht worden ist, Unvollständiges zu ergänzen, und den unumstösslichen Beweis zu liefern, dass das Tyrosin, ebenso wie das Leucin, schon während des Lebens im Körper entsteht.

Die Organe, welche wir in Untersuchung nahmen, lassen wir hier folgen. Wir bemerken dabei, dass dieselben stets noch warm, oder wenig Stunden nach dem Tode zerhackt oder mit grobem Glaspulver zerrieben und wiederholt mit kaltem Wasser angerührt und gepresst wurden. Die möglichst klaren Flüssigkeiten wurden auf dem Wasserbade (nöthigenfalls unter Zusatz von etwas Essigsäure) coagulirt, noch warm filtrirt, und das Filtrat mit Bleiessig gefällt. Ueberschüssiges Blei entfernten wir mit Schwefelwasserstoff, und verdampften dann sogleich die farblosen, klaren Flüssigkeiten auf dem Wasserbade zur Syrupsconsistenz. Der Syrup wurde mit siedendem, starken Weingeist erschöpft, und der Auszug zur Krystallisation verdunstet. Diese Operationen waren in der Regel nach 6—8 Stunden beendigt. — Der weingeistige Auszug enthielt immer die ganze Menge des Leucins, mitunter auch etwas Tyrosin, das bei Gegenwart amorpher, in Weingeist löslicher Materien keineswegs in Weingeist unlöslich ist, wir haben dies schon früher beobachtet und mitgetheilt. Sind grössere Mengen von Tyrosin vorhanden, so findet es sich in dem, in Weingeist unlöslichen Rückstande. Nicht ganz selten enthält dieser Glutin und quillt mit wenig Wasser zu einer nicht filtrirbaren Gallerte auf; die Filtration gelingt indess leicht, wenn etwas Essigsäure zugesetzt wird. — Wurde dieser Weg der Untersuchung gegen einen anderen vertauscht, so haben wir die Abweichung mitgetheilt.

1. Die Leber.

Dass sich Leucin und Tyrosin bei gestörter Funktion der Leber in bedeutender Menge in diesem Organ anhäufen können, haben wir auf's Neue beobachtet.

Eine carcinomatöse Leber lieferte beide Stoffe in fast gleicher Quantität, wie die, früher von uns untersuchten Lebern, welche sich im Zustande der acuten Atrophie befanden. Ebenso fanden wir Leucin in einem durch Zutritt von Galle abgestorbenen Echinococcussack neben zahlreichen grossen Hämatoidinkrystallen. In gesunden Lebern konnten wir dagegen, in Uebereinstimmung mit früheren Versuchen, weder Leucin noch Tyrosin mit Sicherheit nachweisen.

Acht Pfund normaler Ochsenleber wurden mit negativem Resultat untersucht. Als wir darauf acht Unzen von derselben Leber etwa eine Woche lang zur Fäulniss bei Seite stellten, erhielten wir viel Leucin, aber kein Tyrosin.

In dem gepressten Saft einer Kalbsleber fanden wir keine Spur der genannten Stoffe; ebensowenig konnten wir sie in dem Auszuge auffinden, den wir durch Behandeln des ausgepressten Gewebes mit heissem Wasser darstellten.

Als wir den mit Weingeist erschöpften Rückstand des letzteren Auszuges, der also kein Leucin mehr enthalten konnte, mit wenig heissem Wasser übergossen, verwandelte er sich in eine steife, leimähnliche Masse, die sich nach kurzer Zeit mit zahllosen Leucindrüsen durchwebte; daneben zeigten sich Büschel von zarten Nadeln, die Tyrosin sein konnten, sie entzogen sich aber, ihrer geringen Menge wegen, der weiteren Prüfung.

Eine andere Kalbsleber, deren ausgepresster Saft untersucht wurde, gab einen Syrup, in welchem wir ebenfalls nach zwei Tagen kein Leucin wahrnahmen. Wir kochten darauf mit Bleioxydhydrat, um einen Theil der amorphen Materie zu entfernen, befreiten das Filtrat mit Schwefelwasserstoff von aufgenommenem Blei, und verdampften. Der braune Rückstand zeigte andern Tages neben farblosen, prismatischen Krystallen ganz unzweifelhaft einige Leucindrusen, und diese

vermehrten sich im Laufe einer Woche so sehr, dass die Masse, namentlich an den Rändern, in einen Krystallbrei überging. — Es ist möglich, dass die amorphe Materie, die wir dem Leberauszug mit Bleioxydhydrat entzogen, die Krystallisation kleiner Mengen von Leucin verzögerte oder verhinderte; dass sie aber die Abscheidung der ganzen Menge Leucin, die wir schliesslich erhielten, hätte hindern können, halten wir nicht für möglich.

Wir haben diese Wiederholung unserer früheren Versuche unternommen, weil die Ansicht nahe lag, dass das Leucin sowohl, wie das Tyrosin, der gesunden Leber zugeführt und hier weiter metamorphosirt werde; kleine Mengen von beiden Stoffen dürften dann aber auch in der gesunden Leber erwartet werden. Eine, das Vorkommen von Leucin betreffende Anmerkung in Liebig's chem. Briefen (S. 453) bestärkte uns noch in dieser Ansicht. Da indess aus dem Mitgetheilten hervorgeht, dass die Leber einen Stoff enthält, der sich ausserordentlich rasch unter Bildung von Leucin (und vielleicht auch von Tyrosin) zersetzt, und uns die Abscheidung der genannten Stoffe nicht in gleicher und rascher Weise gelang, wie bei kranken Lebern und andern Organen, so halten wir uns von der Präexistenz des Leucins und Tyrosins in der gesunden Leber nicht überzeugt; wir glauben vielmehr, dass die beobachtete, leicht zersetzbare Materie unter normalen Verhältnissen eine besondere Metamorphose erleidet, bei zerstörter Funktion der Leber aber unter Bildung von Leucin und Tyrosin zerfällt, und so zur Anhäufung beider Stoffe in dem kranken Organ Veranlassung giebt.[1])

1) Nachdem wir das Obige niedergeschrieben, machten wir folgende Beobachtung: Die Leber eines Hundes, dem zur Auffangung von Blut eine Canule in die Pfortader gebracht worden, und der in Folge dessen verblutet war, wurde etwa sechs Monate lang in Spiritus aufbewahrt. Während dieser Zeit hatten sich auf der Oberfläche des Organs und in den grösseren Aesten der Pfortader zahlreiche weisse, mohnsamengrosse Körner gebildet, die alle Eigenschaften von Chevallier's und Lassaigne's Xanthocystin besassen. (Das Xanthocystin wurde bekanntlich in der Leiche einer, zwei Monate lang begraben gewesenen Frau auf der Schleimhaut des Magens, des Duode-

2. Die Milz.

Leucin ist ein nie fehlender Bestandtheil des Milzsaftes, wir fanden es in gesunden und kranken Milzen von Menschen und Thieren.

Tyrosin konnten wir dagegen nicht immer mit Sicherheit nachweisen; fanden es nicht in der Milz des Kalbes und Schweines, in der Ochsenmilz wurde es aber mit Sicherheit, wenn auch nur in sehr geringer Menge, aufgefunden. Grössere Quantitäten von Leucin, die wir aus menschlicher Milz dargestellt hatten, zeigten bei wiederholten Umkrystallisiren ebenfalls einige Krystallbüschel, die wir für Tyrosin halten. Die Milz des Schweines war reicher an Leucin wie die des Ochsen; beide Milzen enthielten nicht ganz unerhebliche Mengen von Cholesterin, die wir mit Weingeist ausziehen konnten.

Herr Virchow, der in einem „offenen Schreiben an Herrn Geh. Rath Schönlein" vom 18. Januar d. J. das Resultat unser früheren Untersuchung in Zweifel zieht, und das von uns aufgefundene Leucin für nichts weiter als eine cadaveröse Abscheidung erklärt, hält das von Herrn Scherer vor einigen Jahren in der Milz entdeckte Lienin für Leucin. Ob hiezu einiger Grund vorhanden ist, ergiebt sich ganz einfach bei Vergleichung der Zusammensetzung beider Körper:

	Lienin.	Leucin.
Kohlenstoff	53,71	54,96
Wasserstoff	8,95	9,92
Stickstoff	4,82	10,69
Sauerstoff	32,52	24,43
	100,00	100,00

---

nums, der Leber und des Pericards gefunden. Journ. de Chim. méd. (3. VII. 208). Bei näherer Prüfung erwies sich diese Ausscheidung als fast reines Tyrosin, und wir müssen daher auch das Xanthocystin für diesen Körper halten. — Da sich das Tyrosin hauptsächlich in den Falten der Leber und auf den Theilen angesammelt hatte, die das Glas berührten, also dort, wo keine rasche und vollständige Benetzung mit Weingeist stattfinden konnte, so ist es sehr wahrscheinlich, dass dasselbe erst nach dem Tode entstanden war.

Sollte Herr Scherer mit so abweichendem Resultat das Lencin analysiren können, oder so wenig Sorgfalt auf die Reinigung einer Substanz verwenden, die er für die Elementaranalyse bestimmt hat? Wir glauben es nicht, denn sonst müssten wir auch an der Existenz des Inosits und Hypoxanthins zweifeln. Herr Scherer würde die Zusammensetzung des Lienins gewiss nicht in den Würzburger Verhandlungen (II. 299) mitgetheilt haben, wenn er gar keinen Werth darauf gelegt hätte; denn er lässt die Darstellung und die Eigenschaften dieses Körpers ganz unerwähnt, und macht uns vorläufig nur mit der Zusammensetzung desselben bekannt, „um sich das Prioritätsrecht gegen etwaige Plagiate zu sichern." Niemand aber kann die Entdeckung eines Körpers für sich in Anspruch nehmen, ohne irgend ein Merkmal anzugeben, woran der entdeckte Körper zu erkennen ist; im gegenwärtigen Falle war dieses Merkmal einzig die Zusammensetzung.

In der Milz beobachtet man mitunter einen, in kleinen Prismen krystallisirenden, der Hippursäure nicht unähnlichen Körper; er ist vielleicht das Lienin Scherer's. Berechnet man aus der oben mitgetheilten, procentischen Zusammenstellung die Aequivalentsverhältnisse, so gelangt man zu der Formel $C26H25NO12$. Der grosse Sauerstoffgehalt scheint auf eine gepaarte Verbindung zu deuten, und sollte sich die Vermuthung Lehmann's[1]) in Betreff der Constitution des Hämatins bestätigen, so könnte das Lienin ein Abkömmling desselben, und ebenfalls ein Glucosid sein. Die Bildung des, von Scherer in der Milz, neben Lienin beobachteten eisenreichen albuminartigen Körpers würde dann wahrscheinlich mit der des Lienins im Zusammenhange stehen. — Ist das Lienin eine hygroskopische Substanz, und aus diesem Grunde der Wasserstoffgehalt zu hoch gefunden worden, so könnte es eine gepaarte Verbindung von Zucker, mit einem dem Leucin homologen Körper (vielleicht mit Leucin selbst) sein, wie

1) Correspondenzblatt d. Vereins f. gem. Arbeiten z. Förder. der wissenschaftlichen Heilkunde 1855. 157.

aus der folgenden Gleichung hervorgeht: C . 26 H 25 NO 12 + 4 HO = C 12 H 12 O 12 + C 14 H 15 NO 4.

3. Pancreas und pancreatischer Saft.

Im Pancreas von Menschen und Thieren findet man stets Leucin und daneben nicht unerhebliche Mengen von Tyrosin. In keinem Organ ist das Leucin so reichlich angehäuft wie hier. Wir untersnchten die Pancreasdrüse von Menschen (wiederholt), vom Pferd und vom Ochsen. Beim letzteren Thier nahmen wir besonders auf Tyrosin Rücksicht, und fanden es in der Menge, dass es durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Ammoniak rein dargestellt werden konnte. Im ausgepressten Saft des Pancreas war es in geringerer Menge vorhanden, als im heiss bereiteten Auszuge; es scheint somit, als ob dasselbe nicht nur in Lösung, sondern auch in fester Form in diesem Organ vorhanden sei.

Nachdem wir nnsere ersten Mittheilnngen über das Vorkommen von Leucin und Tyrosin in den Organen veröffentlicht hatten, hat Herr Virchow (Offenes Schreiben vom 18. Jan.) das Leucin ebenfalls im Pancreas nachgewiesen. Dies ist um so erfreulicher, da nun wenigstens von dieser Seite nicht alles Leucin, das wir in den Organen aufgefunden haben, als cadaveröse Abscheidung angesehen werden wird.

Wir fanden das Leucin auch im pancreatischen Saft eines Pferdes und eines Hundes; in beiden Fällen konnten nur kleine Qnantitäten verarbeitet werden, und dies wird der Grund sein, weshalb die Nachweisung von Tyrosin nicht gelang. — Vom Hund konnten wir etwa 3 Unzen des Secretes aufsammeln, es enthielt viel kohlensaures Alkali, und der, nach der Behandlung mit essigsaurem Blei erhaltene Rückstand stellte daher eine krystallinische Salzmasse dar, die hauptsächlich aus essigsaurem Natron bestand. Um dieses zu entfernen, setzten wir etwas zweifach schwefelsaures Kali zu, verdampften die frei gewordene Essigsäure, und zogen den Rückstand mit Weingeist aus. Da der Weingeist das überschüssig zugesetzte zweifach schwefelsaure Kali unter Freiwerdung von Schwefelsäure zerlegte, so wurde der Auszug mit Barytwasser

neutralisirt, und der verdampfte Rückstand noch einmal mit Weingeist extrahirt. Beim Verdunsten schied sich das Leucin in prächtigen Drusen ab.

4. Speicheldrüsen und Speichel.

In den Parotiden und Submaxillardrüsen eines Ochsen fanden wir Leucin in sehr geringer Menge. Als wir darauf die Submaxillardrüsen noch einmal in Untersuchung nahmen, und das reichlich vorhandene essigsaure Alkali, welches sich im Verdampfungsrückstande befand, auf gleiche Weise wie beim Pancreassecret entfernten, fanden wir es in reicher Menge. Mit gleichem Resultat wurden die Speicheldrüsen einer apoplektischen Frau untersucht. In allen Fällen fanden wir kein Tyrosin.

Da wir Gelegenheit hatten, grössere Mengen Speichel von einer salivirenden Frau aufzusammeln, so verdampften wir etwa 6 Unzen desselben im Wasserbade, und extrahirten den Rückstand zuerst mit Aether, dann mit Weingeist. Der weingeistige Auszug hinterliess beim Verdampfen einen bräunlichen, nach Leim riechenden Rückstand, der bei der mikroskopischen Prüfung zahlreiche Leucinkugeln zeigte. Der Speichel scheint jedoch weit geringere Mengen von Leucin zu enthalten, als der pancreatische Saft.

5. Lymphdrüsen.

Die Lymphdrüsen von Menschen und Thieren enthalten Leucin in ansehnlicher Menge; Tyrosin konnten wir nicht darin entdecken. Wir untersuchten zweimal die Lymphdrüsen aus dem Mesenterio eines Typhösen, sowie die Halslymphdrüsen eines Ochsen mit gleichem Resultat.

6. Schilddrüse.

Die Schilddrüse haben wir nur einmal und zwar vom Ochsen untersucht. Wir fanden darin Leucin in nicht unansehnlicher Menge, jedoch weit weniger, als im Pancreas von demselben Thiere. Tyrosin konnten wir nicht mit Sicherheit nachweisen.

7. Thymusdrüse.

Wir untersuchten diese Drüse von 9—10 Wochen alten Kälbern, und gelangten dabei zu einem merkwürdigen Resultat. In dem grossen nach vorn liegenden Lappen fanden wir keine Spur von Leucin, während wir dasselbe aus dem ganzen Organ in nicht unerheblicher Menge abscheiden konnten. Tyrosin fanden wir nicht.

Bei der Untersuchung der Thymus-, der Schilddrüse und der Lymphdrüsen hatten wir stets in dem Rückstande, aus welchem das Leucin krystallisirte, das Vorhandensein von Ammoniaksalzen beobachtet; wir verwandten deshalb ein Stück von einer noch warmen Thymusdrüse dazu, um auf die Präexistenz von Ammoniaksalzen zu prüfen. Die zerquetschte Masse entwickelte schon beim Uebergiessen mit kalter verdünnter Natronlauge Ammoniak, das sich deutlich zu erkennen gab, als ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab darüber gehalten wurde. Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass die Thymusdrüse Ammoniaksalze enthält, und wir vermuthen, dass dieselben auch in der Schilddrüse und in den Lymphdrüsen nicht fehlen.

Die Thymusdrüse ist kürzlich auch von Gorup-Besanez[1]) untersucht worden. Er fand darin einen Körper, den er Thymin nennt. Das Verhalten des Thymins gegen Lösungsmittel stimmt vollkommen mit dem des Leucins überein, ebenfalls ist schon von Laurent und Gerhardt beobachtet worden, dass sich dasselbe mit Salzsäure und Salpetersäure zu krystallinischen Verbindungen vereinigen kann. Es gelang uns leicht, auch das schwefelsaure Salz und eine Platinverbindung hervorzubringen; das erste Salz erhielten wir in langen, farblosen Nadeln oder Blättchen, die Krystalle der Platinverbindung schienen dem klinorhombischen System anzugehören.[2]) — Die Platinverbindung des Thymins soll in Ok-

---

1) Annal. der Chem. u. Pharm. 89. 114.

2) Vermischt man die conc. Lösung von salzsaurem Leucin mit einem grossen Ueberschuss von Platinchlorid, so scheidet sich das Doppelsalz

gezweifelt werden kann. Wir beobachteten aber, dass nach dem Verdunsten des freien Ammoniaks viel mehr von dem krystallinischen Körper in Lösung blieb, als bei der Krystallisation von reinem Tyrosin der Fall zu sein pflegt. Wir verdampften deshalb die Mutterlaugen, und unterwarfen den Rückstand wiederholten Krystallisationen, wobei jedesmal die zuerst anschiessenden Krystalle entfernt wurden.

Die so erhaltenen, leichter löslichen Krystalle, die dem Tyrosin vollkommen ähnlich waren, auch die Piriasche Reaction auf's Schönste zeigten, reichten leider nicht zu einer vollständigen Analyse hin; wir mussten uns daher damit begnügen, den Stickstoffgehalt derselben zu bestimmen.

0,187 Grm. gaben 0,263 Grm. Ammonium-Platinchlorid = 8,83 Proc. Stickstoff.

Diese leichter löslichen Krystalle enthielten also mehr Stickstoff wie das Tyrosin. — Da wis uns davon überzeugt haben, dass diese Abweichung nicht von beigemengtem Leucin herrührte, so glauben wir, dass der analysirte Körper dem Tyrosin homolog, wahrscheinlich der Formel C 16 H 9 NO 6 entsprechend zusammengesetzt ist.

Um das Leucin zu gewinnen, das wir neben dem Tyrosin beobachtet hatten, wurde der mässig verdampfte, von Sediment getrennte Harn mit basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt, und das Filtrat, nach Entfernung des überschüssig zugesetzten Bleies, im Wasserbade verdampft. Es hinterblieb eine sehr bedeutende Menge eines bräunlichen Extraktes, im Ansehen und Geruch vollkommen ähnlich der Masse, die man bei der Darstellung von Leucin und Tyrosin aus Proteinstoffen durch Zersetzung mit Säuren erhält. Da die Krystallisation des Leucins in dieser amorphen Masse sehr langsam vor sich ging, so sahen wir uns veranlasst, zunächst den gesammten Rückstand einer Prüfung auf Harnstoff zu unterwerfen, denn ein vorläufiger, in kleinerem Maassstabe angestellter Versuch hatte zu einem negativen Resultat geführt.

Wir extrahirten daher den Rückstand mit kaltem, absolutem (96%) Weingeist, so lange dieser noch etwas aufnahm, und behandelten den Rückstand mit siedendem Weingeist von

gewöhnlicher Stärke, wobei eine zähe, dunkelbraune, in Wasser lösliche Substanz und etwas harnsaures Salz zurückblieb.

Die mit gewöhnlichem Weingeist bereitete Lösung hinterliess beim Verdunsten einen syrupförmigen Rückstand, der nach einiger Zeit von sich ausscheidendem Leucin krystallinisch erstarrte. Die Krystallisation war also früher durch die Gegenwart der, in Weingeist unlöslichen, sowie durch die in absolutem Weingeist lösliche amorphe Materie verzögert worden.

Die Lösung in absolutem Weingeist musste allen Harnstoff enthalten. Sie wurde mit dem halben Volumen Aether vermischt, worauf sich der grösste Theil der aufgenommenen amorphen Materie abschied. Allmälig krystallisirte auch aus diesem Absatz eine nicht ganz unbedeutende Menge Leucin. Die abgegossene Flüssigkeit wurde auf etwa den vierten Theil verdampft, und noch einmal mit Aether gefällt. Um die filtrirte Lösung auf Harnstoff[1]) zu prüfen, wurde der Aether verdampft und eine weingeistige Lösung von Oxalsäure zugesetzt. Es entstand sogleich ein weisser, krystallinischer Niederschlag, der sich während 24 Stunden noch etwas vermehrte. Er wurde gesammelt, mit weingeistiger Oxalsäurelösung gewaschen, dann mit Wasser übergossen, worin er sich leicht löste, und mit Kreide zersetzt. Es entwickelte sich dabei Ammoniak, und das Filtrat hinterliess beim Verdunsten einen sehr geringen, aus äusserst kleinen Prismen bestehenden Rückstand. Durch Prüfung mit Salpetersäure konnte darin keine Spur von Harnstoff entdeckt werden. — Das durch Oxalsäure gefällte Salz bestand also fast einzig aus oxalsaurem Ammoniak. — Da man selten einen Harn findet, der vollkommen frei von Ammoniaksalzen ist, und der durch Oxalsäure erzeugte Niederschlag keineswegs bedeutend war, so ist es möglich, dass das gefundene Ammoniak ursprünglich im Harn vorhanden war; weitere Versuche hierüber

1) Der Harnstoff kann aus weingeistiger Lösung durch Aether theilweise gefällt werden, es ist dazu aber das mehrfache Volumen Aether und längeres Stehen erforderlich.

anzustellen, war unmöglich, da die Kranke, als uns diese Frage aufstiess, bereits ihrem Leiden erlegen war.

Der untersuchte Harn enthielt also dieselben (in Betreff der amorphen Materie vielleicht nur ähnliche) Körper, wie sie bei der künstlichen Zersetzung der Proteinstoffe durch Säuren entstehen, während der Harnstoff, den man bisher vergeblich daraus hervorzubringen suchte, auch im Harn fehlte. — Sollte die amorphe Materie, die man bei der künstlichen Zersetzung der Proteinstoffe erhält, auch im Körper neben Leucin und Tyrosin entstehen und unter normalen Verhältnissen zur Ergänzung von Harnstoff verwendet werden? Wir halten dies für sehr wahrscheinlich, da eine einfache Betrachtung lehrt, dass die neben Leucin und Tyrosin entstehenden Produkte wenigstens theilweise, sehr reich an Stickstoff sein müssen. Bei der Zersetzung des reinen Albumins durch Säuren, erhält man kein Ammoniak, und da das Verhältniss des Kohlenstoffes zum Stickstoff im Albumin = 8 : 1, im Leucin = 12 : 1, im Tyrosin = 18 : 1 ist, so ist es ohne Elementaranalyse vollkommen klar, dass neben den krystallinischen Stoffen auch solche entstehen müssen, die sich durch einen grossen Reichthum an Stickstoff auszeichnen.

Um über den Ort, an welchem sich im vorliegenden Falle Leucin und Tyrosin vorzugsweise gebildet oder angehäuft hatten, Aufschluss zu erhalten, wurden nach der 18 Stunden p. m. ausgeführten Obduktion die verschiedenen Organe und Gewebe auf ihren Gehalt an diesen Produkten des Stoffumsatzes untersucht.

Das Blut, welches aus dem Herzen und der Hohlvene gesammelt wurde, enthielt nur sehr kleine Mengen einer dem Leucin in der Krystallform ähnlichen Materie. Aus der Muskelsubstanz der Glutäen liess sich keine Spur desselben gewinnen. Eine mässige Quantität Leucin liess sich dagegen in der Hirnsubstanz nachweisen. Bei weitem die grösste Menge war in der Leber und Milz enthalten; sie erschien viel beträchtlicher, als dem Blutgehalt dieser Organe entsprechen konnte.

Die Schnittfläche der Leber bedeckte sich bald mit einem

granen, schimmelähnlichen Anfluge, welcher aus Leucindrüsen bestand, und in dem wässerigen Extrakt derselben fanden sich neben dem Leucin zahlreiche Krystallnadeln von Tyro sin. Auch in dem schleimigen Inhalt der Gallenblase konnte Leucin nachgewiesen werden. Das Milzparenchym war ebenfalls reich an Leucin; Tyrosin wurde indess hier nicht mit Sicherheit constatirt. — Die Untersuchung des Pancreas ging leider zu Grunde.

Milz und Leber waren also die Organe, in welchen allein namhafte Anhäufungen jener Körper sich vorfanden.

Die Verbindungen, aus deren Zerfallen das Leucin hervorgeht, müssen schliesslich immer auf eiweissartige zurückgeführt werden. Ob es aber in den Organen und Säften, in denen es gefunden wird, zunächst aus eiweissartigen Körpern hervorgeht, ist fraglich; das häufige Vorkommen von Leucin, ohne dass gleichzeitig Tyrosin beobachtet wurde (Lymphdrüse, Schilddrüse, Thymus, Gehirn), deutet vielleicht darauf hin, dass das Leucin in diesen Fällen aus einem leimartigen oder elastischen Stoffe seinen Ursprung genommen hat. Man wird um so eher geneigt sein, dieser Unterstellung einigen Werth beizulegen, als das Tyrosin, weil es ein schwer löslicher Körper ist, aus seiner ursprünglichen Bildungsstätte weniger leicht auf dem Wege der Diffusion in die Blutmasse übergeführt werden kann, als das Leucin. Unter Voraussetzung der Richtigkeit dieser Annahme würde es sich auch erklären, wohin die aus der Nahrung aufgenommenen Leimgebilde der Fleischfresser kommen, welche bis dahin als solche weder in der Lymphe noch im Blut aufgefunden werden konnten. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass sich die Abwesenheit von Tyrosin auch noch auf andere Weise erklären lässt.

Denn einmal bildet sich das Tyrosin bei der Zersetzung in viel geringerer Menge als Leucin, es kann also leicht übersehen werden; dann aber sind bis dahin vorzugsweise die Säfte, welche aus den betreffenden Organen ausgepresst werden konnten, untersucht, in welchen das in dem Gewebe fest abgelagerte Tyrosin möglicher Weise nur zum geringsten Theil

übergegangen war. Zu dieser Vermuthung berechtigt die an dem Pancreas gemachte Erfahrung. Endlich liesse sich auch denken, dass die Umsetzung der Eiweissstoffe im thierischen Körper von der ausserhalb desselben beobachteten sich dadurch unterschiede, dass nicht Tyrosin, sondern ein isomerer Körper von anderen Eigenschaften gebildet würde. Jedenfalls verdient dieser Gesichtspunkt bei späteren Untersuchungen einige Aufmerksamkeit.

Bei einer Vergleichung der bekannten Bedingungen, unter denen die eiweissartigen, die elastischen und die Leimkörper unsere Zersetzungsprodukte liefern, mit denen, welche im thierischen Körper vorhanden sein können, leuchtet es ein, dass zunächst an einen gährungs- oder fäulnissartigen Vorgang gedacht werden muss, der durch bestimmte Fermente, die sich in den betreffenden Organen befinden müssten, eingeleitet wird. — Diese Hypothese wird unterstützt durch die Erfahrung, dass Leucin und Tyrosin in Organen vorkommen, die, wie die Speicheldrüse und das Pancreas, bekannte Fermente enthalten, und dass ausnahmsweise die Orte ihres Vorkommens solche sind, in denen eiweissartige Stoffe in Behältern längere Zeit der Ruhe überlassen werden. — Ein näheres Studium der thierischen Fermente würde von allergrösstem Interesse sein; vielleicht ist dasselbe nicht so schwierig, wie es auf den ersten Bliek scheinen mag; wir fanden z. B. bereits, dass das Ferment des Speichels, welches mit der Diastase und der Pancreasdiastase darin übereinkommt, dass es die Stärke rasch in Zucker verwandelt, und das Amygdalin nicht zu zersetzen vermag, bei einer Temperatur von 40° C. das Salicin alsbald in Zucker und Saligenin verwandelt. Diese Spaltung des Salicins geht bei der Digestion mit Speichel so leicht vor sich, dass man denselben zur Darstellung von Saligenin statt des Emulsins anwenden könnte.

Da der Blut- und Lymphstrom die einzelnen Organe fortwährend auswäscht, da also die in jedem Organ gebildeten Zersetzungsprodukte schliesslich in das Blut übergehen müssen, wenn nicht wie bei der Leber und einigen andern Drüsen ein besonderer Ausführungsgang vorhanden ist, so wäre es

denkbar, dass die in dem einen Gewebe gebildeten Stoffe in ein anderes übergeführt würden. In der That liegt diese Annahme nahe für die Leber, welche ihr Blut direkt aus der Milz, dem Pancreas und den Lymphdrüsen des Mesenteriums bezieht, und ebenso wäre es denkbar, dass die in den Lymphdrüsen vorkommenden Mengen jener Stoffe zum Theil wenigstens durch den Lymphstrom dorthin verpflanzt seien. — Unsere Untersuchnng gesunder Lebern hat bisher hierüber kein Licht verbreitet. War unsere Untersuchungsmethode geeignet, um kleine Mengen von Leucin mit Sicherheit zu erkennen, so würde die Ueberführung desselben in die Leber nnr nnter der Voranssetzung angenommen werden dürfen, dass es hier sogleich eine weitere Zersetzung erleide. Wir werden nicht nnterlassen, noch weitere Versuche hierüber anzustellen; bis dahin aber müssen wir bei der oben von nns ausgesprochenen Ansicht verharren. — Es wird ausserdem noch besonderer Versuche bedürfen, in denen das Blut, welches den einzelnen Organen zugeführt wird, und welches von ihnen abgeht, auf den Gehalt an obigen Stoffen zu prüfen sein würde. Eine Vergleichung des Blutes der Pfortader mit dem der Lebervenen bei grösseren Thieren, wie bei Pferden, wird nns zunächst beschäftigen.

Die physiologischen Folgen, welche aus einem so verbreiteten Umsetzungsprocess, wie wir ihn nachgewiesen haben, hervorgehen, müssen sehr mannigfache sein.

Dass sich jene Stoffe an dem Aufbau neuer Atomgruppen betheiligen können, das Tyrosin (oder ein isomerer Körper) z. B. bei der Bildung der Galle, haben wir schon früher hervorgehoben. Ebenso könnte das Ammoniak, das wir in der Thymusdrüse, sowie in der Schilddrüse und den Lymphdrüsen fanden, von einer Zersetzung des Leucins herrühren, und damit die Bildung flüchtiger fetter Säuren, die im Schweiss etc. angetroffen werden, in Verbindnng stehen. Auch die flüchtigen Fettsäuren im Magen und Dünndarm könnten wenigstens znm Theil durch Zersetzung von Leucin, das mit dem Secret der Speicheldrüsen des Kopfes und des Unterleibes fortwährend in den Darmkanal gelangt, entstehen. Für jetzt enthal-

ten wir uns jedoch, näher hierauf einzugehen, denn, obwohl unsere Erfahrungen den ersten Lichtstrahl in das tiefe Dunkel geworfen, welches bis dahin auf der vielberührten Umsetzung in den Gefässdrüsen ruhte, so reizen dieselben in dieser Beziehung doch mehr unsere Wissbegierde, als dass sie dieselbe befriedigten. Wir brauchen daher kaum zu bemerken, dass wir unsere Untersuchung nicht als beendigt ansehen; wir hoffen vielmehr, dass wir alsbald im Stande sein werden, weitere Aufschlüsse über die angeregten Fragen zu geben.

Ueber die Umwandlung der Gallensäuren in Farbestoff.

Von

Fr. Th. Frerichs und G. Staedeler.

Es kann als feststehend angenommen werden, dass in dem Harn Ikterischer, wenn derselbe reich an Pigment ist, keine Gallensäuren oder doch nur Spuren davon vorkommen. Wir selbst konnten bei wiederholten früheren Versuchen keine Gallensäuren darin auffinden, gelangten also zu demselben Resultat wie Griffith, Pickford, Gorup-Besanez und Scherer.

Lehmann hat dagegen beobachtet, dass bei entschiedenem Ikterus in schwach pigmentirtem Harn die Gallensäuren oft in grosser Menge vorkommen.

Diese Beobachtung, an deren Richtigkeit wohl nicht gezweifelt werden kann, schien uns entschieden darauf hinzudeuten, dass ein naher Zusammenhang zwischen den Säuren und den Farbstoffen der Galle stattfinde, und dass, bei verhindertem Abfluss der Galle die Säuren entweder unzersetzt in den Harn gelangen, oder zuvor im Blute oder irgend welchen Organen eine Umwandlung in Farbstoff erleiden.

Zur Beantwortung dieser Frage suchten wir zunächst auszumitteln, ob eine solche Umwandlung ausserhalb des Organismus möglich sei, und wir wurden so sehr vom Glück begünstigt, dass schon unsere ersten Versuche zu höchst interessanten Resultaten führten. — Jeder, der die Metamorphosen der Gallensäuren verfolgt hat, weiss, wie schwierig es ist, die durch Einwirkung von Mineralsäuren entstandenen Produkte, namentlich das Dyslysin, ungefärbt zu erhalten,

selbst wenn man von vollkommen reinem Material ausgeht; wir richteten deshalb unser Augenmerk zunächst auf diese färbenden Produkte, suchten dieselben aber nicht mit Salzsäure, sondern mit Schwefelsäure hervorzubringen, da im ersteren Falle die Ausbeute immer nur eine äusserst geringe ist. Wir fanden aber bald, dass die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf Gallensäure durchaus verschieden ist von der der Salzsäure; es werden dadurch Chromogene erzeugt, deren Verhalten wir in dem Folgenden kurz beschreiben werden, obwohl wir gegenwärtig über die Zusammensetzung dieser Produkte und über das Verhältniss, in welchem sie zu den Gallensäuren stehen, noch nichts mittheilen können.

Wird reines glycocholsaures Natron mit conc. Schwefelsäure übergossen, so klebt es zu einer farblosen, harzähnlichen Masse zusammen, die sich in der Kälte allmälig mit safrangelber, beim Erwärmen mit lebhaft feuerrother bis bräunlich rother Farbe auflöst. Aus der Lösung fällt Wasser farblose, grünliche oder bräunliche Flocken, je nach der Temperatur, bei welcher die Lösung erfolgte.

Weder die zuerst entstehende harzähnliche Masse, noch die durch Wasser fällbaren Flocken sind Glycocholsäure oder Cholonsäure, wie man bisher irrthümlich annahm,[1]) eine mässig verdünnte Schwefelsäure scheint dagegen die Glycocholsäure auf gleiche Weise zu zersetzen, wie concentrirte Salzsäure.

Die durch conc. Schwefelsäure veränderte Glycocholsäure hat die Eigenschaft, an der Luft rasch Sauerstoff aufzunehmen und damit in prachtvoll gefärbte Verbindungen überzugehen. Bringt man die, durch Schwefelsäure entstandene, farblose, amorphe Masse, nachdem sie möglichst von anhängender Säure befreit worden ist, auf ein Stück Filtrirpapier, so zerfliesst sie, und es entsteht ein rubinrother Fleck, der bald blaue Ränder zeigt, und nach kurzer Zeit rein indigoblau wird.

Nach einigen Tagen verschwindet auch diese Farbe und

1) Annal. der Chem. und Pharm. LXVII. 19.

der Fleck wird hellbraun. — Die Papiersubstanz scheint bei dieser Reaktion ohne Einfluss zu sein, denn man beobachtet einen ganz ähnlichen Farbenwechsel beim Zerfliessen der amorphen Masse auf Glas oder Porzellan, nur tritt er in diesem Falle etwas weniger rasch ein.

Die Lösung der Glycocholsäure in conc. Schwefelsäure enthält dasselbe Chromogen aufgelöst, die überschüssige Säure verzögert aber die Oxydation und die damit verbundene Färbung. Fällt man die Lösung mit Wasser, und erwärmt die von der sauren Flüssigkeit getrennten Flocken gelinde im Wasserbade, so färben sie sich nach wenigen Sekunden violett nnd blau. Sehr schön beobachtet man auch den Farbenwechsel, wenn man ein Stück Filtrirpapier mit Wasser befeuchtet, dann mit der sauren Lösung bestreicht, und über der Lampe trocknet. Hat die Schwefelsäure längere Zeit bei der Temparatur des Wasserbades auf Gallensäure eingewirkt, so wird der auf gleiche Weise auf Papier erzeugte Fleck grün.

Dies Verhalten wird man häufig mit Vortheil zur Nachweisung von Gallensäure anwenden können, da die kleinste Menge abgedampfter Galle noch eine intensive Reaktion giebt.

Um die Eigenschaften des blauen Zersetzungsproduktes der Glycocholsäure etwas näher kennen zu lernen, haben wir einige weitere Versuche mit entfärbter Ochsengalle, aus deren weingeistiger Lösung der grösste Theil des taurocholsauren Natrons mit Aether gefällt war, angestellt.

Die syrupförmige Galle wurde mit dem 3—2fachen Volumen conc. Schwefelsäure vermischt, wobei sie sich unter freiwilliger Erwärmung bräunlich roth färbte. Nach halbstündigem Erhitzen im Wasserbade war die Masse tiefer rothbraun und reflektirte das Licht mit lebhaft grasgrüner Farbe. Wasser fällte braune Flocken, die bei Luftzutritt erwärmt indigoblau wurden. Die blaue Masse war in kaltem Wasser unlöslich, bei Siedhitze entstand eine braune Lösung, aus der sich beim Verdampfen ein Zersetzungsprodukt als dunkelbraune Membran abschied. Die grasgrüne weingeistige Lösung des braunen Farbestoffes hinterliess beim Verdunsten einen grünlich blauen Rückstand, der beim Uebergiessen mit Kali gelb-

braun wurde, ohne sich in wesentlicher Menge zu lösen. Säuren, selbst verdünnte Essigsäure, stellten die ursprüngliche Farbe wieder her.

Nach sechsstündigem Erhitzen der Mischung von Galle und Schwefelsäure wurde im Wesentlichen dasselbe Resultat erhalten. Auch jetzt färbte sich die blaue Masse auf Zusatz von Kali gelbbraun, löste sich kaum im Ueberschuss, und ward auf Zusatz von Essigsäure wieder grünlich blau. Mit heisser Essigsäure entstand eine gallenbraune Lösung, die auf Zusatz von Salpetersäure sogleich tief blaugrün, dann violett und zuletzt schmutzig gelb wurde. — Essigsaures Bleioxyd erzeugte in der braunen essigsauren Lösung einen wenig gefärbten Niederschlag, der beim Uebergiessen mit Salpetersäure ebenfalls Farbenwechsel zeigte.

Nachdem die Mischung von Galle und Schwefelsäure acht Tage lang auf einem mässig geheizten Wasserbade erhitzt worden war, hatte sich eine dunkelgrüne, aus kleinen mikroskopischen Kugeln bestehende Masse abgeschieden, die in saurem Wasser unlöslich, in reinem Wasser mit tief grüner Farbe löslich war. In verdünntem Kali löste sie sich vollständig mit rein gallenbrauner Farbe, und auf Zusatz von Salpetersäure trat zuerst grüne, dann röthliche und zuletzt gelbe Färbung ein.

Das mitgetheilte Verhalten dieser Zersetzungsstoffe gegen Salpetersäure erinnert an das der natürlichen Gallenpigmente, indess war der Farbenwechsel immer weniger lebhaft, wie man ihn bei Vermischen von stark pigmentirtem ikterischem Harn mit Salpetersäure beobachtet. Günstigere Resultate erhielten wir aber, als wir den amorphen, vorzugsweise aus taurocholsaurem Natron bestehenden Niederschlag, den wir mit Aether aus der weingeistigen Lösung der entfärbten Ochsengalle gefällt hatten, mit Schwefelsäure behandelten.

Die getrocknete, gummiähnliche Masse wurde in wenig Wasser unter Erwärmen gelöst, und tropfenweise mit conc. Schwefelsäure vermischt. Wenige Tropfen der Säure waren hinreichend, um ein prachtvolles Roth hervorzubringen, das in Berührung mit Luft allmälig in Blau überging. Die Lösung

dieses Farbestoffes trübte sich nicht auf Zusatz von Wasser, und Salpetersäure brachte den schönsten Farbenwechsel von violett, roth und hellbräunlichgelb hervor.

Als wir die durch Schwefelsäure rothgefärbte Gallenlösung mit mehr Säure vermischten, ging die Farbe in Braun über. Der durch Wasser entstandene Niederschlag war jetzt nicht dickflockig (wie bei Anwendung von Glycocholsäure), sondern sehr zart, und setzte sich nur allmälig mit blassgrüner Farbe ab.

Als die saure Flüssigkeit davon abgegossen, und der Rückstand gelinde erwärmt wurde, traten intensiv grüne, blaue und violette Farben auf; die gefärbten Produkte lösten sich mit brauner Farbe vollständig in Kali, und die Lösung wich in ihrem Verhalten gegen Salpetersäure nicht von einer alkalischen Gallenpigmentlösung ab.

Die durch Einwirkung von Schwefelsäure zuerst auftretende rothe Farbe, die allmälig in Blau übergeht, scheint darauf hinzudeuten, dass der durch Aether gefällten Gallenmasse etwas Zucker, essigsaures Salz, oder überhaupt Körper, welche zu der Pettenkofer'schen Gallenreaktion Veranlassung geben können, beigemengt waren. Zucker konnten wir indess bei einem in kleinem Maassstabe angestellten Versuch nicht nachweisen; obwohl, wenn überhaupt im Organismus eine Umwandlung der Gallensäuren in Pigment vorkommt,[1]) wie es die im Eingang erwähnten Thatsachen wahrscheinlich machen, eine Betheiligung des Zuckers in der Leber nicht unwahrscheinlich wäre. — Für jetzt beschränken wir

1) Neuere Erfahrungen haben uns dies allerdings bestätigt. Wir injicirten einem Hunde etwa eine Drachme reiner, farbloser Ochsengalle in destillirtem Wasser gelöst. 6 Stunden nachher liess das Thier gegen 3 Unzen dunkelbraunen Harnes, von 1,015 spec. Gewicht und sehr schwach alkalischer Reaktion. Beim Stehen liess derselbe eine ziemlich dicke Schicht grüner Flockchen fallen, welche unter dem Mikroskop als braungrüne Körnchen erschienen. Auf Zusatz von Salpetersäure zeigten sie auf das Schönste den für Gallenpigment charakteristischen Farbenwechsel. Die Pettenkofer'sche Probe ergab ein negatives Resultat.

uns darauf, auf die Aehnlichkeit der natürlichen Gallenpigmente mit den von uns erhaltenen Zersetzungsprodukten der Gallensäuren aufmerksam zu machen. Das aber glauben wir jetzt schon bestimmt aussprechen zu dürfen, dass das Chromogen, aus welchem durch Oxydation der blaue Farbstoff entsteht, mitunter in der Leber, und wie es scheint, auch im Pancreas[1]) vorkommt. Wir haben schon bei früherer Gelegenheit auf diesen Farbstoff aufmerksam gemacht,[2]) damals war es uns jedoch noch unbekannt, dass derselbe in so einfacher Relation zu den Gallensäuren stehe. Wir sprachen schon früher[3]) die Ansicht aus, dass dieser Farbstoff als Nebenprodukt bei der Bildung der Glycocholsäure entstehen könne, indem sich das Tyrosin in der Leber in Glycin und Saligenin zerlege; wir nehmen an, dass nur Glycin zur Gallenbereitung verwendet werde; ebensowohl aber ist es möglich, dass das Tyrosin oder wahrscheinlicher ein isomerer Körper direct mit einer fetten Säure zu Glycocholsäure zusammentritt. Die gepaart fette Säure wäre dann der Ricinussäure homolog = $HO . C_{34} H_{31} O_5$. Gepaart mit dem, dem Tyrosin isomerer Körper würde sie die Glycocholsäure bilden:

$$HO . C_{34} H_{31} O_5 + C_{18} H_{11} NO_6 = HO . C_{52} H_{42} NO_{11},$$

und gepaart mit Saligenin die Cholsäure:

$$HO . C_{34} H_{31} O_5 + C_{14} H_8 O_4 = HO . C_{48} H_{39} O_9.$$

Die letztere Säure würde dann die Eigenschaft, beim Kochen mit Säuren Wasser zu verlieren und in die harzähnliche Choloidinsäure und Dyslysin überzugehen, dem Saligenin verdanken, welches sich bekanntlich durch Einwirkung von Säuren ebenfalls unter Wasserverlust in das harzähnliche Saliretin verwandelt. Welchen Antheil die stickstoff- und schwefelhaltigen Paarlinge der Gallensäuren bei der Bildung der Farbstoffe nehmen, lässt sich gegenwärtig nicht einsehen. So viel wir bis jetzt wissen, enthalten unsere Farbstoffe ebenso wie die natürlichen Gallenpigmente, mit deren Untersuchung wir eben

1) Arch. f. p. Anat. u. Phys. VII. 580.
2) Dieses Archiv, 55. S. 384 Anmerk.
3) Ebendas. S. 640.

beschäftigt sind, Stickstoff, aber keinen Schwefel. Herr Dr. Cloetta in Zürich hat kürzlich die interessante Entdeckung gemacht, dass die Lungensäure Verdeil's nichts anderes ist als Taurin; er konnte dasselbe aus dem coapulirten, mit Bleiessig behandelten Lungensaft vollkommen rein abscheiden und analysiren. Dass dieses Taurin mit der Taurocholsäure in Zusammenhang steht, unterliegt wohl keinem Zweifel: sehr gewagt würde es aber sein, dasselbe als Zersetzungsprodukt dieser Säure anzusetzen, da es ebensowohl zur Bildung derselben verwendet werden kann.

Die sensitiven Zweige des Zungenfleischnerven des Menschen.

Von

Prof. H. Luschka in Tübingen.

(Hierzu Taf. I.)

Nach einstmals lange gehegtem Streite über die Natur des Nervus hypoglossus, haben sich endlich die Ansichten sowohl auf Grund anatomischer Forschungen, als auch nach dem Ergebnisse von Experimenten dahin geeinigt: in ihm einen rein motorischen Nerven zu erkennen.

Mit A. F. J. C. Mayer's[1]) höchst interessanter Nachweisung einer hinteren, mit einem Knötchen versehenen Wurzel am Hypoglossus mancher Thiere, wurden wieder neue Zweifel rege, und neue Nachforschungen veranlasst.

So weit bis jetzt in Absicht auf den Menschen über diesen Gegenstand Untersuchungen angestellt worden sind, haben sie zu entschieden negativen Resultaten hingeführt, wie denn auch die von Mayer selbst gemachte Mittheilung hierüber, seinen Erfunden bei Thieren keineswegs entspricht. Wenn aber einige Schriftsteller, wie Longet[2]), Desmoulins u. A. die Existenz einer hinteren, mit einem Ganglion versehenen Wurzel des Zungenfleischnerven auch bei den von Mayer bezeichneten Thieren (Ochs, Schwein, Canis Molossus), ganz in Abrede stellen, oder höchstens für Ausnahmsfälle wollen gelten lassen, so sind sie sehr im Irrthume und beweisen nur, dass

1) Nov. act. physic. med. acad. Caes. etc. Bd. XVI. S. 681.

2) Anatomie et Physiol. du système nerveux. T. II. p. 496.



sie niemals sorgfältig darnach gesucht haben. Nicht allein bei jenen Thieren, sondern noch bei mehren anderen, namentlich beim Schaf, Fischotter, verschiedenen Hundevarietäten, habe ich im Vereine mit meinem eifrigen Schüler G. Jäger, zu wiederholten Malen jene Angaben Mayer's bestätigt gefunden.

Obgleich es nun feststeht, dass der menschliche Hypoglossus durchaus einer hinteren gangliösen Wurzel entbehrt, und dass diese auch nicht einmal in Ausnahmsfällen in einer unzweideutigen Weise vorkömmt, so müssen wir dennoch aus der Vertheilung einzelner Zweige auf die gemischte Natur desselben einen Schluss ziehen. Valentin[1]) hat meines Wissens zuerst die Angabe gemacht: dass vom Zungenfleischnerven Fädchen auch zu solchen Gebilden sich erstrecken, in welchen dieselben eine motorische Bedeutung — nicht haben können. „Ex omnibus sequitur, lehrt Valentin, nervum hypoglossum mixtum quidem esse et hac re nervos spinales quodammodo aequare, tamen ab iis eo differre, quod non fibris sensoriis motoriisque inter se numero aequalibus misceatur, sed eximie motorius sit."

Von der genaueren Erforschung der Quelle sensitiver Zweige des menschlichen Zungenfleischnerven vorerst ganz abgesehen, ist zu bemerken, dass sich selbstständige Beobachter, und zwar sehr gute Neurologen, vom Vorhandensein derselben überhaupt noch nicht haben überzeugen können, so dass also schon von dieser Seite her eine Aufforderung zu erneuten Nachforschungen gegeben ist. Es liegt aber in der Natur der hier obschwebenden Streitfrage, und eben dadurch wird sie besonders belangreich, dass sich an dieselbe noch manche Betrachtungen vom grössten Interesse anknüpfen müssen, die sich einerseits um die ursprüngliche Eigenschaft des Hypoglossus, andererseits um die Art seiner Verbindungen nothwendig bewegen müssen. Wir schicken die hierauf bezüglichen Eröterungen der Darlegung der Endausbreitung des Hypoglossus voraus.

---

1) De function. nerv. cerebr. Bernae. 1839. p. 59.

1. Ursprung des Zungenfleischnerven.

Die feinsten, an der Oberfläche des verlängerten Markes zu Tage tretenden Wurzelfädchen vereinigen sich zu 2—4 unter spitzen Winkeln miteinander zu je einem dickeren plattrunden Faden. Es sind 6—12, ausnahmsweise auch noch mehr solcher Fäden, welche nach aussen hin konvergiren, und entweder isolirt verlaufend, oder zu 2—4 an einander geklebt, die Wurzel des Hypoglossus constituiren.

In der grossen Mehrzahl der Fälle treten diese Fäden in zwei nicht gleiche Bündel vereinigt, getrennt durch die harte Hirnhaut hindurch, welche, sowie auch die Spinnenwebenhaut scheidenartige Fortsätze an sie abgeben, die sich schliesslich in der Bildung des Neurilems verlieren. In ziemlich gleicher Häufigkeit sieht man dieser Regel gegenüber den Durchtritt sowohl aller Fäden durch nur eine Oeffnung der Dura mater, als auch in drei Portionen angeordnet durch drei gesonderte Lücken.

Es ist als die Regel zu betrachten, dass sämmtliche Wurzelfäden über die Wirbelpulsader da hinweglaufen, wo die Art. cerebelli inf. von ihr abgeht, sehr selten unter ihr, häufig aber zugleich unter und über ihr, in zwei Portionen geschieden und sie gewissermaassen schlingenähnlich umfassend. Auf dieses letztere Verhältniss hat man einstmals ein grosses Gewicht gelegt. Th. Willis[1]) und seine nächsten Anhänger, welche diese Anordnung als die gewöhnliche bezeichnen, vergleichen sie mit einem der Wirbelpulsader angelegten Zügel. „Hujus nervi fibrae quaedam arteriam vertebralem circumligant, ne forte inter loquendum, si quando vehementius commoveamur, sanguis concitatus cerebrum torrente obruat: nimirum hic nervus arteriam vertebralem tanquam freno injecto circumligans, adeoque non linguae tantum, sed et sanguinis moderator, rapidiorem ejus influxum coercet."

In neuerer Zeit hat man mehrfach aus der Lage der Hypoglossuswurzel zur Arteria vertebralis, bei Ueberfüllungen

1) Cerebri anatome Cap. XVIII.

dieses Gefässes einen Druck auf dieselbe, und davon bei manchen Congestionen nach dem Kopfe die Schwerbeweglichkeit der Zunge ableiten wollen. Ohne eine aneurismatische Erweiterung des Gefässes, ein Fall der übrigens von Cruveilhier (28 Livraison. Pl. 3. Fig. 2) wahrgenommen wurde, kann eine solche Rückwirkung von jener Seite her nicht wohl gedacht werden. Dagegen sind, wie später ausführlich gezeigt werden soll, sowohl um die innere Oeffnung des Canalis hypoglossi, als auch in seinem Verlaufe Beziehungen von Venen zum Zungenfleischnerven vorhanden, welche im Zustande ihrer grössten Füllung einen nachtheiligen Druck auf denselben auszuüben wohl im Stande sein dürften.

Die meisten Wurzelfädchen des Hypoglossus treten linear über einander zum Theil aus der Furche zwischen Pyramide und Olive, zum Theil unter ihr hervor. Obschon es als die Regel erscheint, dass das unterste Wurzelfädchen des Hypoglossus 2 Millimeter vom obersten Fädchen der vorderen Wurzel des ersten Cervicalnerven entfernt ist, so findet man es doch häufig genug, dass sie dicht an einander anstossen. Ja, ich habe selbst zu wiederholten Malen gesehen, dass selbst einzelne Fädchen der vordern Wurzel des ersten Nackennerven zur Hypoglossuswurzel sich gesellt haben, welche Fälle dann ganz den Anschein darbieten, als sei der Hypoglossusursprung nur ein grösserer integrirender Bestandtheil der vorderen Wurzel des ersten Cervicalis. Es ist dieses Verhältniss morphologisch um so interessanter, als man bei manchen Thieren, wie z. B. beim Frosche, in der That findet, dass der Zungenfleischnerve nur ein Zweig des ersten Nackennerven ist. Wenn man bedenkt, dass die meisten Wurzelfäden des ersten Halsnerven in der Höhe der Durchkreuzungsstelle des verlängerten Markes, deren unteres Ende man mit allem Rechte als den Anfang des Gehirnes ansprechen kann, zum Vorschein kommen; dann vermag man sich des Gedankens kaum zu erwehren, im Hypoglossus und ersten Cervicalnerven, nur mehr oder weniger verbundene Theile eines Ganzen, des letzten Gehirnnerven nämlich, oder, wenn man lieber will,

des ersten Cervicalnerven, anzuerkennen. Dazu kömmt noch, aber freilich nur höchst selten, dass ein oder das andere Fädchen auch der hinteren Wurzel des ersten N. cervicalis sich zum Hypoglossus begiebt.

Ueber das Verhalten der Wurzelfäden des Zungenfleischnerven im Innern des verlängerten Markes sind die Ansichten zur Zeit noch sehr getheilt. Während man früher diesem Gegenstande kaum eine ernstliche Aufmerksamkeit zugewendet und keinenfalls irgend nennenswerthe Resultate erzielt hatte, wurde erst durch Stilling[1]) die nähere Angabe gemacht: dass der Hypoglossus aus der am unteren Ende der Rautengrube zu Tage tretenden grauen Substanz, welche er Hypoglossuskern genannt wissen will, seinen eigentlichen Ursprung nehme, und daselbst zum Theil mit Ursprungsfasern des 9., 10. und 11. Nervenpaares zusammenhänge. Näher betrachtet entspricht der Stilling'sche Hypoglossuskern dem unteren dreiseitig erscheinenden Ende der Eminentia teres, welches nach oben an die Striae medullares, nach unten an die Spitze des Calamus scriptorius, nach aussen an die Ala cinerea, nach innen an die Mittelfurche der Rautengrube anstösst.[2])

Nun muss man aber zunächst bedenken: dass nicht der ganze Ursprung des Hypoglossus auf die Höhe dieser Stelle beschränkt ist, indem regelmässig eine Anzahl seiner Wurzelfäden abgehen von dem unter der Spitze des Calamus scriptorius befindlichen Abschnitte des verlängerten Markes; und zweitens, dass die als besonderer Ursprungskern bezeichnete graue Masse überhaupt keine für sich abgegrenzte Partie darstellt, sondern, wie schon Förg[3]) richtig bemerkt, eine mit ihr zusammenhängende Fortsetzung jenes Abschnittes der grauen Commissur des Rückenmarkes ist, welche den Canalis spinalis von vorne her umschliesst.

---

1) Ueber die Textur und Funktion der Medulla oblongata. Erlangen 1843.

2) Vgl. A. Ecker: Icon. physiol. Taf. XV. Fig. IV.

3) Beiträge zur Kenntniss vom inneren Baue des Gehirnes. Stuttgart 1844. S. 113.

Nachdem die meisten Schriftsteller Stilling's Angaben theils unbeachtet gelassen, theils ohne selbstständige Prüfung ohne Weiteres angenommen haben, ist dagegen Kölliker[1]) zu wesentlich neuen Ansichten gelangt. Er fand nämlich eine, und zwar wie es schien, totale Kreuzung der Wurzelfäden des Hypoglossus in der Rautengrube, einen Uebertritt nämlich der Wurzelfäden von dem einen sog. Hypoglossuskerne in den der anderen Seite. Bisher gelang es Kölliker nicht zu ermitteln, was nachher aus jenen Wurzelfäden werde. Bisweilen schienen die gekreuzten Fasern in den hintersten Theil der Raphe, andere Male als horizontale Fasern in die neben derselben gelegenen weissen Bündel einzutreten.

So verlockend nun auch seiner ganzen morphologischen Verwandtschaft mit der vordern Wurzel der Spinalnerven nach, die Annahme einer Kreuzung des Hypoglossusursprunges, gleich diesem Verhalten bei jenen, erscheint, so muss man sich doch zunächst daran erinnern, dass eine solche wenigstens für diejenigen Wurzelfäden des Hypoglossus nicht wohl anzunehmen ist, welche in gleicher Höhe liegen mit den Striae medullares der Rautengrube, da ja diese die Ausläufer des zwischen den beiden Hälften der Medulla oblongata befindlichen Septum darstellen, an und zwischen dessen Bestandtheilen man nirgends eine Kreuzung oder ein commissurenartiges Herübertreten von Fasern aus einer Hälfte in die andere wahrzunehmen vermag. Es war dies zwar eine von Vicq d'Azyr[2]) gehegte Meinung, welcher, indem er das Septum für eine Commissur ansah, dasselbe Raphe nannte. Dieser Ansicht folgte nun auch, wie es scheint, Stilling, und bezeichnete die Raphe als eine wahre, aus Querfasern gebildete Commissur, vermittelst welcher eigenthümliche, querverlaufende Faserzüge der beiden Hälften der Medulla oblongata verbunden werden. Wie es Förg zuerst in sehr überzeugender Weise dargethan hat, erstrecken sich die Fasern des Septum in der unteren Hälfte des verlängerten Markes, so

1) Handbuch der Gewebelehre 1852. S. 290.

2) Mém. de l'académ. 1781.

lange die noch ungetheilte graue Commissur im Innern sich befindet, nur bis zu dieser, sie selbst aber wird nicht von ihnen durchbrochen.

Nur an den, dem letzteren Bezirke des Septum entsprechenden Wurzelfäden des Hypoglossus habe ich die von Kölliker bezeichnete Kreuzung auffinden können. An den oberen, der Rautengrube entsprechenden Ursprungsfasern dagegen vermochte ich trotz aller Bemühungen beim Menschen, an durch Chromsäure erhärteten, feinsten mit Natronlösung befeuchteten Scheibchen, nie eine unzweideutige Kreuzung zu gewahren, sondern konnte diejenigen Faserzüge, welche ich als dem Ursprung des Zungenfleischnerven angehörig betrachten musste, nur jederseits bis in die graue Substanz der Eminentia teres hinein verfolgen.

Wie ich schon in der Einleitung bemerkt habe, findet sich bei manchen Thieren ausser einer im Wesentlichen sich gleich wie bei dem Menschen verhaltenden vorderen Wurzel, am Hypoglossus auch eine hintere, mit einem Ganglion versehene. Sie ist stets sehr fein, und entspricht kaum der Dicke eines einzelnen Fadens der vorderen Wurzel, kömmt aber genau wie ein solcher, mit 3—4 Fädchen, am verlängerten Marke, und zwar an der hinteren Seitenfurche zu Tage. Die hintere Wurzel geht in ein kleines, länglich-rundes, beim Kalbe kaum hirsekorngrosses, beim Schafe nur ½ Millimeter langes Knötchen über, aus dessen äusserem Ende ein dem eintretenden Faden an Dicke gleicher hervorkömmt, welcher gewöhnlich durch die Spitze der obersten Zacke des Lig. denticulatum hindurchtritt und sodann in den hinteren Umfang der vorderen Wurzel übergeht.

Beim Menschen habe ich trotz zahlreicher Untersuchungen an Leichen aus allen Altersstufen nichts auffinden können, was sich auch nur entfernt als hintere Hypoglossuswurzel oder als Ganglion dieses Nerven hätte deuten lassen. Aber auch der von Mayer angeführte Fall eines Ganglion am Hypoglossus des Menschen hat, wie leicht einzusehen ist, zum Ursprunge jenes Nerven keine Beziehung. Bei einem Cadaver entsprang nämlich ein kleines Ganglion aus dem

Ramus spinalis nervi vagi, beinahe an der Stelle, wo derselbe vereinigt mit dem Hauptstamme des Vagus in die Grube des Foramen lacerum eintritt, welches sodann einen Nervenfaden abgab, der sich mit der Wurzel des Hypoglossus vor seinem Austritt durch die harte Hirnhaut verband.

Nachdem wir in der Natur des regelmässigen Ursprunges des menschlichen Hypoglossus kein Moment gefunden haben, welches ihn als einen von Haus aus gemischten Nerven kennzeichnete, so müssen wir angesichts der dennoch von ihm abtretenden unzweifelhaft sensitiven Fädchen, um vielleicht dadurch den wünschenswerthen Aufschluss zu erhalten, einer Untersuchung unterwerfen:

2. Die Verbindungen des Nerv. hypoglossus.

a. Die Verbindung mit dem Sympathicus.

Von früheren Beobachtern, Sömmerring, Bock, Cloquet, Hirzel[1]) u. A. wird diese Verbindung für eine nur seltene gehalten, während wohl alle selbstständigen Zergliederer der Gegenwart sich von ihrer regelmässigen Existenz möchten überzeugt halten. Ich habe sie bisher ausnahmslos gefunden, und zwar bei dem Erwachsenen 6 Millimeter unter dem Canalis hypoglossi. Die Präparation erheischt indess Vorsicht und kann zweckmässig nur von innen her am senkrecht im geraden Durchmesser gespaltenen Kopfe vorgenommen werden. Das Verbindungsfädchen hat eine durchschnittliche Länge von 5 Millimeter und ist $1/2$ Millimeter dick. Es erschien mir stets weiss, von Consistenz und Ansehen cerebrospinaler Nervenfäden, und zeigte auch eine überwiegende Anzahl breiter, doppeltconturirter Primitivröhrchen. Das Fädchen verbindet in schiefer Richtung nach aufwärts, rückwärts ziehend, das obere Ende des Ganglion cervicale supremum mit dem innern Umfang des Truncus hypoglossi.

Vom morphologischen Gesichtspunkte aus ist es begreiflich nicht möglich, einen stringenten Beweis zu liefern, ob der

1) Dissert., sist. nexus nerv. sympath. cum nervis cerebral. Heidelbergae 1824.

Verbindungsfaden ein cerebraler vom Hypoglossus zum Sympathicus gelangender ist, oder ob er vom Sympathicus aus zu jenem Nerven tritt. Auf dem Wege des Experimentes ist dagegen Budge[1]) zur Ueberzeugung gekommen, dass jener Verbindungszweig dem Ganglion cervicale supremum Hypoglossuselemente zuführe und schliesslich dem „Irissympathicus" eine Reihe von motorischen Fasern ertheile.

b. Die Verbindung mit Cervicalnerven.

Diese bezieht sich nach den Annahmen der meisten Lehrer und Schriftsteller einerseits auf die Vereinigung von Fädchen aus dem vordern Aste der drei oberen Cervicalnerven mit dem als aus dem Hypoglossus abstammend betrachteten Descendens zur Bildung bald einer Schlinge, bald eines Geflechtes, aus welchen Zweige für die Unterzungenbeinmuskeln abgehen; andererseits auf centripetale Bogenfasern, welche von dem centralen Ende eines Cervicalnerven ausgehen und zum Centralende des Hypoglossus sich erstrecken, oder vielleicht auch eine umgekehrte Bedeutung haben sollen.

In Betreff des Descendens Hypoglossi habe ich[2]) mich schon früher dahin ausgesprochen, dass er mindestens in manchen Fällen mit dem Ursprunge des Zungenfleischnerven in gar keiner Beziehung stehe. Nach einer grösseren Anzahl neuerer, mit aller möglichen Sorgfalt angestellter Untersuchungen bin ich vollends zur Ueberzeugung gekommen, dass der Descendens überhaupt nie vom Hypoglossus abstamme, sondern bald von einem Zweige des ersten Cervicalnerven allein, bald von diesem und einem aus dem zweiten Cervicalnerven herrührenden Fädchen zugleich, gebildet werde, welches sich aber schon hoch oben in die Scheide des Hypoglossus einsenke und erst da wieder unter spitzem Winkel abtrete, wo er anfängt, in seinen Bogen überzugehen. Mit dem so konstituirten Descendens vereinigen sich dann aus dem 2ten, 3ten, selten auch aus dem 1ten Cervicalnerven ent-

1) Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855. S. 128.
2) Der Nerv. phrenicus. Tübingen 1852. S. 33.

sprungene und selbstständig und frei nach abwärts verlaufende Fädchen in der bekannten Weise.

Nur ausnahmsweise verbindet sich der Descendens mit einem sympathischen Fädchen aus dem oberen Halsknoten, und noch viel seltener findet man den Hereintritt eines feinen Fädchens aus dem Vagus. Ich habe mir sehr viele Mühe gegeben, den Grund dieser ungewöhnlichen, der gesetzmässigen Verbreitung des Descendens und seiner Kommunikationen in der Unterzungenbeinmuskulatur fremden Verbindung kennen zu lernen, und dabei gefunden, dass sie nur da bestehen, wo ein Ramus cardiacus aus dem Descendens abgeht, welcher gleich jenen nur ausnahmsweise vorkömmt. Es wird daraus, was übrigens auch anderwärts im Nervensystem zn sehen ist, klar, wie die für einen bestimmten peripherischen Bezirk berechneten Nervenelemente öfters in seltsamer Weise auf Umwegen, nm die unvollständige Snmme direkter Zweige zu ergänzen, dahin zu gelangen suchen. Einer besondern Bemerkung wird es jetzt kaum mehr bedürfen, dass zum Herzgeflechte keine Spur eines Bestandtheiles des Hypoglossus, wie ganz irrig gelehrt wird, gelangen könne.

Mit der Erforschung der für so räthselhaft gehaltenen centripetalen zwischen dem Hypoglossus und Cervicalnervenzweigen vorfindlichen Bogenfasern habe ich mich sehr viel beschäftigt, nnd bin zu dem bestimmtesten Resultate gelangt: dass sie von einem der drei oberen Cervicalnerven herrührende, gegen das centrale Ende des Hypoglossus verlaufende Fädchen sind, welche, nachdem sie eine kürzere oder längere Strecke an diesen angelegt, oder auch in dessen Scheide eingeschlossen aufwärts gezogen sind, zur peripherischen Verbreitung wieder abgehen. In einem Falle sah ich ein von dem vordersten Aste des ersten Cervicalnerven abgehendes Fädchen so unter einem mit der Convexität nach abwärts gerichteten Bogen aufsteigen und sich 1 Centimeter nnter dem Canalis hypoglossi in den Stamm des Zungenfleischnerven einsenken, dass ohne weitere Nachforschung Niemand daran gezweifelt hätte: es laufe der Wurzel jenes Nerven

entlang direkt in die Medulla oblongata, bis ich endlich fand, dass ein anscheinend unmittelbar aus dem Stamme des Hypoglossus abtretendes Fädchen, welches sich zum Musc. rect. capit. antic. minor begab, nichts anderes war, als das von dem Hypoglossus wieder abgelöste Ende eben jenes Cervicalzweiges. Andere Male sah ich ein centripetal verlaufendes Fädchen, welches sich in den Descendens umgebogen, oder sich vom Hypoglossus wieder abgelöst hatte, um in den Musc. rect. capit. antic. major einzutreten.

Aus dieser Darlegung wird es ohne Weiteres verständlich sein, dass weder davon die Rede sein kann, dass die mit dem Hypoglossus in Beziehung tretenden Cervicalzweige diesem sensitive Elemente beimischen, noch auch, dass sie der Art ihrer peripherischen Verbreitung nach überhaupt gemischter Natur sein können.

c. Die Verbindung mit dem Vagus.

Wenn man sich daran erinnert, wie der Stamm des Hypoglossus, ehe er sich unter einem Bogen nach vorn wendet, schief über den inneren Umfang des Vagus, sich mit ihm kreuzend und an ihn durch Zellgewebe angelöthet, hinwegzieht, dann muss man schon vorweg diese als die günstigste Stelle einer etwaigen Verbindung bei der Untersuchung ins Auge fassen. Hier geschieht sie denn auch nach Angabe mancher Zergliederer wirklich durch ein oder mehrere Fädchen, nach Cruveilhier[1]) bisweilen selbst durch Vermittelung eines wahren Plexus. Dieser Beobachter ist der Ansicht, dass die Verbindung so geschehe, dass sich Hypoglossuselemente in den Lungenmagennerven einsenken, für welchen sie motorische Verstärkungsfäden darstellen sollen.

Ich habe auf die Erkenntniss dieser Verbindung grosse Sorgfalt und viele Zeit verwendet und gefunden, dass dieselbe häufig gar nicht einmal angedeutet ist, andere Male aber zu bestehen nur scheint. Man kann sich an manchen Präparaten recht gut davon überzeugen, dass Fädchen aus dem

1) Traité d'anatomie descriptive. Trois. Ed 1852 T. IV. p. 722.

Vagus, namentlich an der Stelle, an welcher der Hypoglossus den inneren Umfang dieses Nerven verlässt, wirklich in jenen eintreten, aber nur — um wieder von ihm ab in den Stamm, von welchem sie gekommen, zurückzukehren.

Gesetzt aber auch, es ziehen Vaguselemente wirklich im Stamme des Hypoglossus zur peripherischen Verbreitung weiter, so ist es ja gar nicht zu ermitteln, ob sie vom Vagus oder Accessorius abstammen. Da nun aber der letztere Nerv gar nicht selten Fädchen von der vorderen Wurzel des einen oder anderen Cervicalnerven aufnimmt, so erscheint nichts natürlicher, als dass er sie bei Gelegenheit wieder an den Ort ihrer Bestimmung abgiebt. So möchte ich mir die unter allen Umständen nur ausnahmsweisen, wirklichen Verbindungen des Hypoglossus mit dem Vagus, nachdem dieser sich bereits mit dem inneren Ast des Accessorius vereinigt hat, erklären. Verbindungen aber zwischen Vagus und Hypoglossus, ehe jene Vereinigung stattgefunden hatte, sind, meines Wissens, noch von Niemand beobachtet worden.

Wir haben also auch von dieser Seite her keine genügenden Anhaltspunkte, dass dem Hypoglossus von der Peripherie aus sensitive Bestandtheile einverleibt werden.

d. Die Verbindung mit dem Ramus lingualis des Trigeminus.

Nachdem wir weder im Ursprung, noch in den Beziehungen des Hypoglossus zum Sympathicus, zu den Cervicalnerven und zum Vagus einen Aufschluss erlangt haben über die Quelle der thatsächlich von ihm abgehenden sensitiven Zweige, so kann diese nur in der einzig noch übrigen Kommunikation des Hypoglossus mit dem Ramus lingualis Trigemin und dem Ganglion sublinguale gesucht werden.

Vor Allem muss bemerkt werden, dass diese Verbindung zum Zeugnisse ihrer tiefen physiologischen Bedeutung, niemals fehlt, dass sie aber in einer morphotisch wechselnden Art realisirt wird.

Bei weitem in der grösseren Mehrzahl der Fälle findet man die Kommunikation so hergestellt, 1., dass ein dickeres, oder

einige feinere Fädchen aus dem Stamme des Lingualis da abtreten, wo er im Begriffe ist, in die Zungenäste auseinander zu fallen, um sich unter einem mit der Convexität nach vorn gerichteten Bogen zum Stamme des Hypoglossus oder zu einem seiner äusseren Aeste zu begeben; 2) ein dünneres Fädchen aus dem vorderen Rande des Ganglion submaxillare ausgeht, welches, sich an die direkten Lingualiszweigchen anlegend, eben jenen Weg verfolgt.

Von diesem regelmässigen Typus finden nun zweierlei Abweichungen statt, indem einerseits nicht selten der ganze Ramus anastomoticus aus dem genannten Knoten hervorgeht, und andererseits derselbe, ohne das Ganglion zu berühren, ausschliesslich aus dem N. lingualis entspringt. So sehr es nun allen Anschein hat, dass bei der ersteren Abweichung von einer Verbindung zwischen Nerv. Lingualis und Hypoglossus nicht die Rede sein könne, so belehrt doch eine sorgfältigere, durch die Anwendung der Lupe und der concentrirten Essigsäure unterstützte Zergliederung, dass es sich hier nur um ein einfaches Durchtreten der meisten Lingualiselemente durch die Masse des Ganglion submaxillare handelt, ähnlich wie man gar nicht selten findet, dass der direkte motorische Zweig des Tensor tympani oder der Nervus spinosus die Substanz des Ganglion oticum durchsetzt.

Der wie immer konstituirte Ramus anastomoticus nervi lingualis cum hypoglosso ist gemeinhin ein Stämmchen von der Dicke $1/3$ Linie und einem bogenförmigen Verlaufe. Fast ausnahmslos sieht man aus der Convexität des Bogens einzelne Fädchen abgehen, welche theils vom Hypoglossus herrührende, theils vom Lingualis abgetretene Bestandtheile sind, die sich für eine kürzere oder längere Strecke ihres Verlaufes an den anastomotischen Ast nur angelegt haben, um wieder abzugehen zur peripherischen Verbreitung in der Zunge.

Davon, dass die ganze Anastomose in Zweige zur Zunge sich auflöse, wie Valentin[1]) meint, habe ich mich nie überzeugen können, sondern stets gefunden, dass unter allen Um-

1) Hirn- und Nervenlehre S. 419.

ständen ein Theil des anastomotischen Fadens seinen Weg central gegen die Hypoglossuswurzel fortsetzt.

Eine andere Frage aber ist die: geht die Anastomose vom Hypoglossns znm Lingualis oder Ganglion sublinguale, oder von diesen zum ersteren Nerven, und welche Bedeutung hat sie schliesslich?

Die meisten Beobachter scheinen sich zur Ansicht hinzuneigen, dass die Anastomose aus Hypoglossuselementen gebildet sei, und dem Unterkieferknoten motorische Fasern zuführe.

Hier mnss man aber in Erwägung ziehen, dass dieser Knoten seine motorische Wnrzel von der Chorda tympani erhalte. Hiervon habe ich mich in mehren Untersnchungen vollkommen überzeugt, indem ich den ganzen Zug der Chorda verfolgte und fand, dass aus ihr, vor ihrer Anlagerung an den Lingnalis, ein Fädchen zum Mnsc. styloglossus abging, und dass sie dann bis in die Nähe des hinteren Umfanges vom Ganglion submaxillare in der Scheide jenes Nerven verlief, jedoch so, dass ihr Zug nach sorgfältiger Entfernung derselben bis zum Wiederabgange aufs deutlichste gesehen werden konnte.

Wenn man sich durch die Analogie mit den übrigen Sinnesganglien, welche eine motorische Wurzel nur von einer Seite her empfangen, aber auch nicht will leiten lassen, so dürfte man andererseits doch sehr in Verlegenheit sein zu erklären, welche Bedeutung diejenigen Fädchen der Anastomose haben, welche mit dem Ganglion, wie so häufig, gar nicht in Verbindung treten, sondern in direkter Fortsetzung mit dem Stamme des Lingnalis einerseits und des Hypoglossus andererseits stehen.

In einer höchst ungezwungenen Weise dagegen erklärt sich die ganze, sonst räthselhafte Anordnung mit der Annahme: dass die, sei es nun direkt oder durch die Vermittelung des Ganglion submaxillare an den Hypoglossns tretenden Fädchen, als von dem Lingualis herrührend, eine sensitive Bedeutung haben, und dass sie in oder an dem Stamme des Zungen-

fleischnerven bis zu den Stellen zurücklaufen, an welchen es ihre Bestimmung ist, sich in der Peripherie zu verbreiten.

Ein solches Verhalten sensitiver Zweige zu rein motorischen Nerven steht keineswegs ohne Analogie da. Ich erinnere nur an den sog. Ramus recurrens vom ersten Aste des Quintus, welcher sich gewöhnlich, indem er rückwärts läuft, so an den Nerv. trochlearis anlegt, und selbst bisweilen in dessen Scheide verläuft, dass einige Beobachter, dadurch getäuscht, allen Ernstes geglaubt haben, der zur Venenhaut der queren Blutleiter gelangende Nerve sei wirklich ein Zweig des Trochlearis.

3. Verzweigung des Zungenfleischnerven.

a. Motorische Aeste.

Nach den zur Stunde geläufigen Ansichten ertheilt der Hypoglossus an sich nur motorische, einer detailirteren Betrachtung nicht bedürftige Aeste, welche als Rami linguales in die Zungenmuskeln und als Ramus geniohyoideus und Ramus thyreohyoideus in die Muskeln gleichen Namens sich erstrecken. Durch einen Zweig des beiderseitigen Ramus geniohyoideus wird, wie Bach[1]) zuerst zur näheren Kenntniss gebracht hat, bisweilen (in 28 Fällen 3 Mal) in der Mittellinie zwischen dem Musc. geniohyoideus und genioglossus eine Anastomose gebildet. Es ist diese Wahrnehmung beim Menschen morphologisch von um so grösserem Interesse, als sie eine bei den Krokodilen, wie es C. Vogt[2]) gezeigt hat, als Regel vorkommende Anordnung betrifft.

b. Sensitive Zweige.

Obgleich wir nach den bisher gewonnenen und im Voranstehenden niedergelegten Ansichten diese Zweige in Wahrheit

1) Annotationes anatomicae de nerv. hypogloss. et laryng. Turici 1834. p. 10.

2) J. G. Fischer: Die Gehirnnerven d. Saurier. 1852. S. 74.

nicht als dem Hypoglossus eigene, sondern nur als ihm vom Ramus lingualis des Quintus beigemischte und von ihm wieder abgetretene Bestandtheile betrachten müssen, und so sehr wir sie daher konsequenter Weise nicht beim Hypoglossus aufführen sollten, so erschien es doch für diese Arbeit zur näheren Motivirung durchaus nothwendig.

Unter die zu meiner Kenntniss gekommenen Angaben von Hypoglossuszweigen, welche wohl nicht anders denn als sensitive gedeutet werden können, gehören folgende von Valentin gemachte Eröffnungen. Der Zungenfleischnerve entsendet nach diesem Beobachter:

α. Obere Gefässzweige, eine Reihe, die theils zur Hirnschlagader, theils zur Drosselvene gehen (Hirn- und Nervenlehre S. 518).

β. Untere vordere Gefässzweige. Sie treten an dem vorderen und inneren Theile des Zungenfleischnerven theils aus, theils ein (was soll dies heissen? L.), stehen unter einander und mit den Verbindungsästen mit dem herumschweifenden Nerven in zahlreichster Geflechtvereinigung und setzen sich in die den Anfang der Hirncarotis umstrickenden Geflechte fort (S. 519).

γ. Die Zweige für die Zungenschlagader, ein Hauptast, der aber unmittelbar nach seinem Ursprunge noch mehr Geflechtästchen aus dem Zungenfleischnerven aufnimmt (S. 522).

δ. Ein Zweig für die Unterkieferdrüse entspringt mit 1—3 Wurzeln aus der äusseren Fläche des Zungenfleischnerven, geht nach oben und vorn unter und nach innen von der Sehne des zweibänchigen Kiefermuskels empor, tritt mehrfach gespalten von unten her in den vorderen Theil der Unterkieferdrüse, verzweigt sich in ihr vielfach, und anastomosirt hierbei mit ihren Zweigen aus dem fünften Nervenpaar (S. 522).

Von diesen durch andere Beobachter nicht bestätigten und zum Theil höchst eigenthümlich formulirten Angaben Valentin's konnte ich nach zahlreichen Untersuchungen nur eine, nämlich die sub α. aufgeführte, die Gefässzweige zur Drosselvene betreffende, richtig finden.

Bei der Allgemeinheit jener Mittheilung kann man es übri-

gens mehr nur vermuthen als bestimmt wissen, was Valentin etwa gesehen haben mag. Jedenfalls aber stimmt Etwas von ihr mit der Natur überein.

Die von mir immer und in wesentlich gleicher Anordnung gefundenen sensitiven Zweige aus dem Stamme des Hypoglossus erweisen sich theils als Knochennervchen des Hinterhauptbeines, theils als Venennervchen des Sinus circularis des Hinterhauptloches, des Circellus venosus hypoglossi, der Vena jugularis interna.

Es erscheint praktisch, die Nervchen nach den Stellen ihres Abganges zu betrachten, als:

a. Sensitive Zweige des Zungenfleischnerven, welche von diesem abtreten während seines Verlaufes durch den Canalis hypoglossi.

Hier aber müssen wir zunächst eine Betrachtung des bezüglichen anatomischen Gebietes vorausschicken.

Der Canalis hypoglossi hat beim Erwachsenen durchschnittlich eine Länge von 8 Millimeter, ist in der Regel ungetheilt, nicht selten aber durch eine knöcherne, seiner Länge nach verlaufende Scheidewand in zwei, meist ungleiche Hälften getrennt. An der inneren Oberfläche, besonders seines oberen Umfanges sieht man ausnahmlos einige kleine rundliche Oeffnungen. Durch sorgfältige Einführung von Schweinsborsten gelingt es, diese in die spongiöse Substanz des Körpers des Hinterhauptbeines, in jene der Gelenkfortsätze, sowie in die Canales diploic. der Schuppe des Hinterhauptes fortzuführen, wie man deutlich sieht, wenn die äussere Knochentafel genügend entfernt worden ist.

Diese Oeffnungen sind es, durch welche kleine Venen aus den genannten Knochenabschnitten in grössere Venen des Canalis hypoglossi heraus, und feine arterielle Zweige, sowie Nervenelemente von da aus in den Knochen hinein treten.

In einem von Henle[1]) untersuchten Präparate der Götting. anatomischen Sammlung mündete der Canalis condyl. posterior in den Canalis hypoglossi herein.

1) Handbuch d. systematischen Anatomie d. Menschen. Bd. I. S. 95.

Der Eingang in den Hypoglossuskanal wird, wie ich in allen von mir bisher darauf untersuchten, glücklich injicirten Präparaten erkannte, von einem Venenkranze, welchen ich circellus venosus hypoglossi nennen will, umgeben. Dieser Gefässkranz wird von einer Anzahl sehr dünnhäutiger, über einander liegender Venen gebildet, die mit jenen des Sinus occipitalis in offenem Verbande stehen, resp. die Venen, welche durch ihr Neben- und Uebereinanderliegen diesen sog. Sinus zusammensetzen, weichen da, wo der Nervus hypoglossus in seinen Kanal hereintritt, zur Herstellung einer rundlichen Lücke auseinander.

Aus dem Gefässkranze, welcher den Hypoglossus ähnlich umgiebt, wie im Umfange der Zwischenwirbellöcher die Spinalnerven von venösen Kreisen umgeben werden, gehen zwei Venen hervor, welche durch den Canalis hypoglossi, über und neben dem Nerven liegend, nach aussen ziehen, und jene kleinsten im Kanale aus der Knochensubstanz hervortretenden Venchen aufnehmen. Sie stehen einerseits durch die Ven. vertebralis externa und durch ein Venchen, welches in dem von Schultz[1]) gefundenen, zwischen dem Gelenkfortsatz und der Jugularöffnung verlaufenden Knochenkanälchen liegt, mit Hautvenen der oberen Nackenregion; andererseits mit der Vena jugularis interna in Verbindung. Dies letztere geschieht gewöhnlich in der Art, dass die aus dem Sinus petrosus inf. hervorgegangene Vene mit einer aus dem Canalis hypoglossi herausgetretenen zu einem gemeinsamen Stämmchen anastomosirt, welches sich sodann wenige Linien unter dem Foramen jugular. in die Ven. jug. int. einsenkt. Zwischen diesem Stämmchen und dem Anfange der inneren Drosselvene liegen der Nerv. vagus und accessorius, während der N. glossopharyngeus nach aussen getroffen wird, so dass also unter Umständen nur jene beiden Nerven zwischen zwei Venen einen Druck erfahren können.

Es wird Niemandem entgehen, welche Wichtigkeit die

---

1) Bemerkungen über den Bau der normalen Menschenschädel 1852. S. 15.

Kenntniss jenes Venenkranzes um den Stamm des Hypoglossus bei seinem Eintritte in den Canalis condyl. ant. für eine naturgemässe Deutung mancher pathologischen Erscheinungen gewinnen kann. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass Ueberfüllungen jenes Venenkranzes störend auf die Leitung des Hypoglossus einwirken müssen. Wenn es z. B. nicht in Abrede zu stellen ist, dass bei Betrunkenen die Venen des Kopfes überfüllt sind, so wird man nicht umhin können, bei jenen den famosen Zungenschlag vom Drucke des Circellus venosus auf den Stamm des Zungenfleischnerven wenigstens zum Theil abzuleiten u. dgl. m.

In den Canalis hypoglossi tritt von aussen her eine Arterie. Es ist das oberste Ende der Art. pharyngea ascendens, welches als ein Gefässchen von $^1/_2$ Linie Dicke am Ausgange jenes Kanales sich spaltet und sodann in feinerer Verzweigung sich sowohl an den Wänden jener mit dem Zungenfleischnerven in nächster Beziehung stehenden Venen verliert, als auch durch die kleinen Oeffnungen im Canalis hypoglossi zur Knochensubstanz, sowie zu der nächst dem Eingange in den Kanal befindlichen Dura mater gelangt. Es hat das Gefässchen durchaus die morphologische Dignität eines Ramus spinalis.

Die aus dem Stamme des Zungenfleischnerven meist an der Stelle seines Austrittes aus dem Canalis hypoglossi abgehenden Nervenzweigchen sind bald einzelne sehr dünne, oder ein dickeres, aber jedenfalls nur $^1/_4$ Linie starkes Fädchen, welche alsbald in Reiserchen zerfallen. Die Nervchen haben eine doppelte Bedeutung, indem sie einerseits sich in den Wänden des Sinus occipitalis und des Circellus hypoglossi verbreiten, und andererseits durch die kleinen Oeffnungen an der Innenfläche des Canalis hypoglossi neben Blutgefässchen in die Diploe der Schuppe des Hinterhauptbeines, des Körpers und der Gelenksfortsätze jenes Knochens gelangen. Diese Knochenzweigchen, welche man leicht nebst den Blutgefässchen mit der Pincette aus jenen kleinen Oeffnungen herausziehen kann, haben durchschnittlich nur eine Breite von 0,028 mm. und sind aus nur 6—8 Nervenröhrchen zusammen-

gesetzt. Die gleichzeitige Beziehung jener Nervenzweige zu Knochen und zu Venen wird ihre grosse morphologische Verwandtschaft mit den Rami sinuvertebrales[1]) der Spinalnerven auf den ersten Blick erkennen lassen.

b. Sensitive Zweige, welche aus dem Stamme des Hypoglossus abtreten, mehr oder weniger tief unterhalb des Canalis hypoglossi.

Während man von den so eben sub a. beschriebenen Nervchen und ihren Beziehungen bisher auch nicht eine Ahnung gehabt hat, so kann man die Kenntniss der im Folgenden zu beschreibenden Nervchen auf die vage Angabe Valentin's, welcher (S. 518) „Gefässzweige (des Hypoglossus) zur Drosselvene" namhaft macht, vielleicht beziehen.

Ohne Ausnahme finde ich 1—2 Centimeter unter dem Canalis hypoglossi aus dem hinteren Umfang des Zungenfleischnerven ein $^1/_3$ Linie starkes, oder 2—3 feinere Fädchen so unter spitzen Winkeln abgehen, dass es durchaus den Eindruck hat, als gehen sie aus centripetal verlaufenden Fasern hervor. Die Zweige wenden sich nach rückwärts und verlieren sich in dem inneren Umfang der Wandung der Ven. jugul. int.

Ich habe mich öfters davon überzeugt, dass ein oder das andere feinste sympathische Zweigchen aus dem Gangl. cervicale supremum sich an jene Venennervchen anlegt, um sich gleichzeitig mit ihnen zu verbreiten.

Die Präparation dieser Nerven gehört ohne Frage zu den schwierigsten und zeitraubendsten neurologischen Arbeiten. Man muss mit der grössten Sorgfalt die untere Wand des Canalis hypoglossi abtragen, und dann von der inneren Seite her dem Zug des Zungenfleischnerven unter sauberer Präparation aller in das Gebiet fallender und namentlich vom Gangl. cervic. supr. herrührender Zweigchen mit grösster Aufmerksamkeit folgen. Dass zur Controle gegen die Verwechslung mit Zellstofffäden oder feinen, nicht injicirten Blutgefässen

1) Vgl. meine Schrift: Die Nerven des menschlichen Wirbelkanales. Tübingen 1850.

das Mikroskop in Anwendung gebracht werden muss, bedarf wohl kaum einer besonderen Bemerkung.

Erklärung der Abbildung.

Untere Hälfte der Schuppe des Hinterhauptbeines nebst Gelenkfortsätzen, Körper u. s. f. dieses Knochens vom Erwachsenen. Die äussere Knochentafel ist zur Darlegung der Diploe und der Canales diploici mit aller Vorsicht entfernt worden.

Die untere Wand des Canalis hypoglossi wurde mit einem Theil des Proc. condyl. entfernt.

Auf der rechten Seite sieht man an dem geöffneten Kanal einige kleine Lücken *aa*. für den Durchtritt von Blutgefässen und Nervchen. Nach aussen vom Gelenksfortsatz gewahrt man jederseits das Schultzsche Kanälchen *bb*.

Auf der linken Seite wurde der hier aus einem Venengeflechte bestehende Sinus occipitalis *c*. erhalten. Der aus einer Anzahl von Venen gebildete kleinere Kranz *d*. circellus venosus hypoglossi — aus welchem zwei Venen *ee*. aus dem Canalis hypogl. hervortreten, umgiebt den Anfang des Stammes des Zungenfleischnerven. Eine kleine Arterie *f*., ein Zweig der Art. pharyng. adscend. tritt von aussen in den Kanal hinein.

Aus dem Stamm des Hypoglossus geht ein Nervchen *g*. hervor, welches sich verzweigend theils in den Knochen, theils in die Wandungen der Venen des Sinus occipitalis geht.

Ueber die Micropyle der Fischeier und über einen bisher unbekannten, eigenthümlichen Bau des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Fischeier (Hecht).

Von

K. B. Reichert in Breslau.

I. Ueber die Micropyle der Fischeier und über die Eihüllen derselben im Allgemeinen.

(Hierzu Taf. IV. Fig. 1—4.)

Am zweiten Osterfeiertage erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Bruch dessen Abhandlung „über die Befruchtung des thierischen Eies und über die histologische Deutung desselben" (Mainz, Ostern 1855), aus welcher ich ersah, dass der Verf. bereits im Herbste 1854 an den reifen Eiern der gemeinen Forelle die Micropyle beobachtet hatte. Mehrere Wochen später erschien auch die briefliche Mittheilung Bruch's über denselben Gegenstand in der Zeitschrift für wiss. Zool. (Bd. VII. p. 172). Es trafen mich diese Mittheilungen bereits in voller Beschäftigung mit der Micropyle, die ich während meiner Untersuchungen über die Entwicklung der Fische bemerkt hatte. Ich sah sie zuerst beim Hecht, und deutete sie so wie Bruch, obschon ich keine Kenntniss von seiner Entdeckung hatte, auch nicht wusste, dass Doyère die Micropyle bei *Syngnathus* beobachtet hatte. Seitdem habe ich die Micropyle bei allen hier zu Markte kommenden Cyprinoiden (*Cyprinus Carpio*, *Carassius*; *Leuciscus Dobula*, *rutilus*, *erythrophthalmus*; *Chondrostoma Nasus*, *Abramis* etc., *Tinca Chry-*

sitis etc.), ferner beim Wels und beim Kaulbarsch leicht wiederfinden können. Bei *Perca fluviatilis* habe ich sie bisher vergebens gesucht. Dass die Micropyle der Fischeier so lange sich der Beobachtung entzogen hat, ist wohl dem Gebrauch des Mikroskops bei Untersnchung der Fischeier zuzuschreiben. Bei Anwendung der Lupe giebt sich die Micropyle auffällig genug durch einen spiegelnden Flecken der Eihüllen in der Nähe der Keimstelle des Dotters, wie schon Bruch bemerkt, zu erkennen. Diese spiegelnde Fläche ist besonders deutlich an reifen Eiern der Cyprinoiden, deren Eihülle eine sammtartige Oberfläche besitzt, die an der bezeichneten Stelle fehlt; sie wird übrigens auch beobachtet, wenn eine solche sammtartige Oberfläche nicht vorhanden ist, da die trichterförmige Eingangsstelle der Micropyle die geeignete Fläche znr Spiegelung bei gewissen Beleuchtungen darbietet. Werden reife Hechteier nnter Wasser beobachtet, in Folge dessen die Hülle des Eies sich erweitert und ein wasserreiches Fluidnm zwischen ihr und dem Dotter sich ansammelt, so markirt sich die Micropyle als ein kreisförmig begrenzter, durch seine grössere Durchsichtigkeit vor der Umgebung sich auszeichnenden Flecken von $^1/_6$—$^1/_8$''' im Durchmesser, der in seinem Mittelpnnkte eine weissliche, mehr undurchsichtige Stelle besitzt. Das Aussehen erinnert dann ausserordentlich lebhaft an das des Keimbläschens bei Hühnereiern, welches durch die Dotterhaut durchschimmert. Daher möchte ich kaum bezweifeln, dass bereits v. Bär die Micropyle bemerkt habe.

Die Beschreibung der Micropyle bei den Fischeiern, wie ich sie gefunden, macht es nothwendig, auf die Beschaffenheit der Eihüllen näher einzugehen. Die Strnktur und Textur der Eier ist durch die Aufmerksamkeit, welche die Micropyle neuerdings erregt hat, eine Tagesfrage geworden. Mit ihr ist wohl zugleich das dringende Bedürfniss hervorgetreten, die oft so komplizirten Hüllen des reifen Eies nach Genese und Beschaffenheit zn sondern und mit entsprechenden Namen zu belegen. Leider ist die Genesis selbst in Betreff des primitiven Eies noch eine Kontroverse, in Betreff der Eihüllen sogar ein noch mit geringen Erfolgen bebautes

Feld. Da künstliche Zusammenstellungen den Fortschritten in der Auffassung und Beurtheilung natürlicher Entwicklungsverhältnisse stets sehr hinderlich gewesen sind, so möchte es gerathen sein, vom obigen Unternehmen einstweilen abzustehen, oder wenigstens vor endgültigen Entscheidungen sich zu bewahren. Gleichwohl können und müssen schon gegenwärtig mit Joh. Müller und Leuckart nach den Umständen, unter welchen sich die verschiedenen Hüllen des Eies bilden, zwei oder drei Kategorien unterschieden und zur Vermeidung von Verwirrungen bei der weiteren Bearbeitung des Stoffes als Richtschnur festgehalten werden. Demgemäss hätte man die primitive Hülle des Eies von den beiden anderen Formen von Eihüllen, die erst secundär um die erstere sich bilden, zu sondern.

Die primitive Hülle des Eies, für welche der Name „Dotterhaut" ausschliesslich zu reserviren wäre, fehlt ursprünglich wenigstens, was neuerdings auch von Leuckart (Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut etc.; Müll. Arch. 1855, p. 104)[1] in Betreff der Insekteneier hervorgehoben wird, keinem Eie. Sie ist stets strukturlos, umgiebt zunächst den Dotter, wenigstens den Bildungsdotter und das Keimbläschen, und repräsentirt nach meinen Erfahrungen die Zellenmembran derjenigen Eierstockszelle, die sich zum Eie ausbildet. Ob sie zugleich auch einen von mir sogenannten Nahrungsdotter umhüllen kann, ist eine Frage, die zur Zeit sich nicht sicher beantworten lässt. Eine Substanz, welche „Nahrungsdotter" genannt werden darf, muss neben dem Bildungsdotter in der primitiven Eihülle, also innerhalb der Dotterhaut sich gebildet haben und später bei der Entwickelung des befruchteten Eies nur als Nahrungssubstanz verwendet werden. Für den sogenannten Nahrungsdotter der Eier von beschuppten Amphibien und Vögeln ist das erste und wichtigste Kriterium, — da die zweite Eigenschaft auch an-

1) Bei Absendung des Manuscripts war mir nur der im zweiten Hefte des Müllerschen Archivs (1855) enthaltene Theil der Abhandlung Leuckart's bekannt.

deren Bestandtheilen des Eies zukommen kann —, durch H. Meckel's Beobachtungen über die Bildung des Hühnereies zweifelhaft geworden. Bestätigen sich die Beobachtungen dieses Forschers, so würden sowohl die sogenannte Dottersubstanz der Vögeleier (Schwann's Zellen der Dottersubstanz und der Dotterhöhle), als auch die sogenannte Dotterhaut diese Namen nicht mehr beibehalten können. Dagegen habe ich bei Fischeiern mich nicht überzeugen können, dass der daselbst vorkommende Nahrungsdotter in gleicher Weise, wie nach den Mittheilungen H. Meckel's bei den Vogeleiern, sich bilde; die fragliche Substanz scheint hier wirklich innerhalb der Dotterhaut zu entstehen.

In Betreff der secundären Eihüllen sind mit Joh. Müller (Ueber zahlreiche Porencanäle in der Eikapsel der Fische etc. Müll. Arch. 1854 p. 189) diejenigen Eihüllen, welche sich im Eifollikel, Ovisac eines Eierstocks, oder in anderen Fällen in den keimbereitenden oder Eierstocks-Röhren sich bilden, von denjenigen zu unterscheiden, welche in Eileitern producirt werden. Die Sonderung der secundären Eihüllen in Eierstocks- und Eileiter-Hüllen ist fortan eine Nothwendigkeit. Wir haben dieses bisher unterlassen und für die beiden verschiedenen Formen von secundären Eihüllen, wenn sie von festerer Beschaffenheit waren, ohne Unterschied die Namen „Schalenhaut,“ „Chorion“ gebraucht; der Name „Chorion“ ist sogar für die Dotterhaut selbst in Gebrauch genommen worden, besonders, wenn dieselbe durch Dicke sich auszeichnete. Lenckart nnterscheidet in dem Chorion der Insekteneier (a. a. O.) zwei durch ihre Beschaffenheit und Entstehnng verschiedene Schichten als Endochorium und Exochorinm. Mir scheint es nicht zweckmässig, die Namen zChorion,“ „Exochorion,“ „Endochorion“ für die secundären Eihüllen beizubehalten, da diese Benennungen ursprünglich für embryonale Hüllen in Anwendung gekommen sind. Joh. Müller nennt die festeren Eierstockshüllen „capsuläre Eihüllen“ oder „Eikapseln“ und reservirt die Namen „Schale,“ „Eischale,“ „Schalenhaut“ für die festeren Eileiterhüllen der Vögel, Amphibien nnd Selachier. Derselbe-Autor macht zugleich dar-

auf aufmerksam, dass nur die Eikapseln Systeme von Poren oder Röhren besitzen, nicht aber die Schalenhäute.

Die Eierstocks- und Eileiter-Hüllen können selbst noch zusammengesetzt sein aus Schichten, die sich durch Konsistenz, Struktur, vielleicht auch durch chemisches Verhalten unterscheiden. Die Eier der Vögel und Amphibien erhalten im Eileiter ausser der Schalenhaut auch eine Umhüllung aus zähflüssigem Eiweiss. Alle Umhüllungen aber, mit welchen das Ei im Eileiter versehen wird, scheinen das ausschliessliche Produkt der Eileiter-Wandung selbst zu sein. Bei den Eierstockshüllen dagegen ist diese Entstehungsweise für alle etwa vorkommenden Schichten oder Häute sehr zweifelhaft. Wir wissen, dass die Eier vieler Thiere im Ovisac (Säugethiere etc.) oder in den Eierstocksröhren (Insekten-Eier) eine Umhüllung von Zellen des Eierstocks (Membr. granulosa) besitzen, und dass diese Zellen zuweilen dem austretenden Eie mit auf den Weg gegeben werden. Nach H. Meckel sollen die Dotterhaut sowie die Zellen der Dotterhöhle und der Dottersubstanz bei Amphibien- und Vögeleiern durch Umwandlung solcher Zellen der Membrana granulosa entstanden sein. Leuckart bemerkt ferner (a. a. O. p. 106 sq.), dass die Eierstockshülle (Chorion) der Insekteneier nicht in ihrer ganzen Masse, wie es Stein und Meyer annehmen, durch Metamorphose des Eiröhren-Epitheliums gebildet werde, und dass vielmehr die tieferen Schichten ganz homogen seien und jeder gefelderten Struktur entbehren. Hiernach können auch Eierstockshüllen der Eier vorkommen, deren Ursprung zwar aus den Bestandtheilen des Ovisacs herzuleiten wäre, die aber nur als ein erhärtetes Absonderungsprodukt der Membrana granulosa oder des Eiröhrenepitheliums anzusehen sind. Als ich mich vor einigen Jahren mit der Entwickelung der Insekten-Eier beschäftigte, habe ich öfters derartige Eihüllen von noch so weicher Konsistenz angetroffen, dass die Epithelial-Zellen der Eiröhren sich darin abdrückten und Gruben hinterliessen, die an der Oberfläche solcher Eihüllen gleichfalls ein gefeldertes Ansehen bewirkten. Anderseits aber ist es mir aus Beobachtungen an Fischeiern sehr wahrschein-

lich geworden, dass im Eifollikel sich Eihüllen bilden, welche, wie die aus Cellulose bestehende Zellenmembran der primitiven Pflanzenzelle, als Produkte des primitiven Eies zu betrachten wären. Der Vergleich mit der Pflanzenzelle ist hier nicht so zn nehmen, wie ihn Bruch in der oben citirten Abhandlnng (p. 6) gemacht hat. Bruch nämlich hält es für eine heut zu Tage nicht mehr zu bezweifelnde Thatsache, dass das Keimbläschen das thierische Ei darstelle und mit seinem Keimfleck einer einfachen Primitivzelle entspreche. Der Bildungsdotter und die Dotterhaut sollen erst später um das Keimbläschen abgelagert werden und als secundäre Umhüllung in morphologischer Beziehung mit der pflanzlichen Zellenmembran vergleichbar sein. Nach meinem Dafürhalten ist nicht allein der Vergleich ganz unpassend, sondern ich bestreite mit aller Entschiedenheit die Angabe, dass das primitive Ei jemals in der Form des nackten Keimbläschens normal auftrete. Der von mir angestellte Vergleich ist in aller Strenge, doch mit dem Unterschiede zu fassen, dass die als Ablagerungsprodukte anzusehenden Schichten des primitiven Eies mit seiner Dotterhaut nicht aus Cellulose bestehen. Zn den Eierstockshüllen dieses Ursprungs möchte ich aus später mitzutheilenden Gründen die chagrinartig gezeichnete Eihülle der Fischeier rechnen.

Obige Unterscheidungen der Eihüllen nach den Verhältnissen, unter welchen sie entstehen, können, wie schon angedeutet, nur bestimmte Gesichtspnnkte für weitere Untersuchungen nnd speciellere Distinctionen liefern, die aus ihren chemischen und morphologischen Eigenschaften zu entnehmen sein werden. Von geringerem Belange hierbei ist die Lagerungsweise der verschiedenen Eihüllen übereinander, sofern uns die Geschichte ihrer Bildnng nicht bekannt ist. Sind alle drei Kategorien von Eihüllen vorhanden, so liegt zu Tage, dass der Bildungsdotter zunächst die Dotterhaut umgiebt, dass die nächsten Schichten den Eierstockshüllen und die oberflächlichsten den Eileiterhüllen angehören. Liegen aber nnr zwei Arten von Eihüllen vor, so ist aus der Lagerungsweise allein nicht zu erschliessen, welche Eihüllen man vor sich

habe. Ist die Dotterhaut erhalten, so können mit ihr sowohl Eierstocks- als Eileiter-Hüllen gepaart sein; ersteres findet sich beim Frosch, auch bei den Fischen, letzteres bei *Ascaris mystax*. Es könnte aber auch geschehen, dass die Dotterhaut bei starker Ausbildung der secundären Eihüllen sich der Beobachtung entzieht oder vielleicht schon vor Beginn der Entwickelung des Embryo wirklich schwindet, und die vorliegenden Ei-Umhüllungen wären dann zu den secundären zu zählen. Bei allen diesen Schwierigkeiten ist nicht einmal in Betracht gezogen, dass die beiden Formen von secundären Eihüllen selbst wiederum aus differenten Schichten bestehen können. Liegt endlich nur eine einzige Eihülle vor, die auch unmittelbar den Bildungsdotter umgeben mag, so ist auch diese nicht einmal in allen Fällen auf die Dotterhaut zu deuten, da beim Schwinden der Dotterhaut eine homogen geformte Haut, die sich später im Eifollikel oder in den Eileitern um sie gebildet hat, eine solche Lage erhalten kann. Ob wir dahin gelangen werden, die verschiedenen Eihüllen in allen Fällen nach dem chemischen Verhalten und der Textur zu unterscheiden, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit voraussagen. Auf eine eigenthümliche, von J. Müller hervorgehobene Beschaffenheit der Eierstockshüllen des Eies der Fische gegenüber den im Oviduct gebildeten Eischalen wurde aber hingewiesen. Auf der andern Seite finde ich, dass die Eileiter-Hülle von *Ascaris mystax*, welche im Profil betrachtet durch optische Täuschung ein radiär gestreiftes Aussehen hat und auch so von Meissner dargestellt worden ist, bei genauerer Untersuchung auf der ganzen Oberfläche dicht gedrängt nebeneinanderstehende Grübchen besitzt; — ein Texturverhalten, das auch an Eihüllen der Fischeier vorkommt, die im Eifollikel sich gebildet haben.

An den reifen Fischeiern, die ich auf die Beschaffenheit der Micropyle untersucht habe, konnte ich mit Sicherheit zwei Eihüllen nnterscheiden; beide stammen aus dem Eifollikel nnd beide umgeben den Bildungs- und Nahrungsdotter zugleich. Die nach innen gelegene zeichnet sich bei allen untersuchten Fischen durch die punktirte, chagrinartige Zeichnung aus, worauf bereits C. Vogt (Embryol. des salmones;

p. 9) aufmerksam gemacht hat. Die sowohl an der Innen- als an der Aussenfläche der Membran sichtbaren, dunkeln Pünktchen sind oft unmessbar fein, so bei *Leuciscus erythrophthalmus*. Beim Hechtei treten sie deutlicher hervor; bei den Eiern von *Cyprinus carpio* sind sie am auffallendsten. Aubert bemerkt (Zeitsch. für wiss. Zoolog. Bd. V, p. 94), dass die Punkte beim Hechtei eine grosse Regelmässigkeit in ihrer Anordnung darlegen, indem sie „an den Kreuzungspunkten symmetrischer, sich schneidender Kreislinien liegen.“ Beim Hecht zeigen die Punkte allerdings gewöhnlich eine lineare Anordnung in krummen Linien, die in kleineren Bezirken parallel nebeneinander hinziehen. Ob die Linien einem Kreise angehören, lässt sich kaum mit Sicherheit ermitteln. Selten, oft gar nicht, sah ich vollkommene Kreise; man hat immer Kreisabschnitte vor sich, welche dann an eine Gruppe anderer Kreisabschnitte anstossen, deren Zug eine andere Richtung hat; in dieser Beziehung schien mir eine grosse Unregelmässigkeit obzuwalten. Bei den Eiern anderer Fische tritt die lineare Anordnung der Punkte unter normalen Verhältnissen kaum hervor; bei *Cyprinus carpio* liegen die Punkte ziemlich regelmässig nach allen Richtungen etwa $^1/_{800}$—$^1/_{1000}'''$ von einander entfernt. Dagegen kann in Folge optischen Betrugs eine jede punktirte Haut stellenweise gestreift erscheinen. Es geschieht dieses jedes Mal, wenn eine krumme Fläche, mag sie einer kegelförmigen Erhebung oder einer trichterförmigen Vertiefung, einer erhabenen Längsfalte oder endlich einer Randfalte des Präparates angehören, in das mikroskopische Bild aufgenommen wird; es addiren sich hier die in einer Richtung auf der krummen Fläche aufeinander folgenden Punkte zu einer Linie. Man erblickt dann sternförmige Figuren, ein- oder zweiseitig gefiederte Zeichnungen, und an einer Randfalte oder bei einer Ansicht auf die Dotterkugel im Profil scheint die Eihülle durch ihre Dicke hindurch radiär gestreift zu sein. Joh. Müller hat in einer Anmerkung zu den Remak'schen Mittheilungen über die Beschaffenheit der Eihüllen (Müll. Arch. 1854, p. 256) auf diesen optischen Betrug aufmerksam gemacht; auch Aubert hat sich

durch ihn zur Annahme einer radiären Querstreifung im Durchschnitt der punktirten Haut des Hechteies verleiten lassen. (a. a. O; p. 95.) Auch noch auf eine andere Weise kann eine lineare Anordnung der Pünktchen hervorgerufen werden. Die punktirte Eihülle ist nämlich im frischen Znstande von einer zähen, wenn auch ziemlich festen Konsistenz; sie lässt sich durch kräftigen Druck wie ein Brei zerdrücken und durch Zerrung anseinander ziehen. Hierbei beobachtet man, dass auch die Punkte auseinander weichen und sich gewöhnlich in der Richtung des Zuges linear aneinander ordnen. Die Umstände, unter welchen eine lineare Konfiguration der Pünktchen herbeigeführt wird, sind daher sowohl an der unversehrten Eikugel, als anch besonders bei der ihres Inhalts entleerten und dann sehr gern sich runzelnden nnd faltenden, vielleicht auch gezerrten Eihülle gegeben, und obige Zeichnnng muss also an jedem Präparate sichtbar sein; selbst beim Hechtei könnte sie sehr leicht dieselbe Ursache haben. Die Stellen dagegen, an welchen die normale Anordnung der Punkte hervortritt, müssen oft mit Umsicht gesucht werden. Bei der Kleinheit der Dimensionen ist es nicht möglich, mit hinlänglicher Zuverlässigkeit zu eruiren, ob die dunkeln Punkte der in Rede stehenden Hülle als optische Ansdrücke von Erhebungen oder Vertiefungen anznsehen sind. An den noch unreifen Eierstocks-Eiern lässt eine geschlagene Falte meist einen gleichmässigen linearen Kontour erkennen, abgesehen von grösseren Vertiefungen, über die ich später berichten werde. Nur bei *Cyprinus carpio* glaubte ich an dem Rande einer Falte den Pnnkten entsprechende Vertiefungen nnd Erhebnngen wahrzunehmen. Da die Punkte auch an der Innenfläche der Haut sichtbar sind, so muss man auf den Gedanken kommen, dass die fragliche Eihülle radiär von kleinen Kanälchen durchsetzt werde. Allein man sieht weder an einem geschnittenen, noch an einem gerissenen Rande irgend eine Spur von radiär gestreifter Zeichnnng, vielleicht sind aber die Kanäle wegen ihrer Feinheit nicht sichtbar nnd nnr die etwa trichterförmig erweiterten Enden wahrzunehmen. An einem gerissenen Rande der punktirten Haut überzeugt man sich

ferner, dass sie einen geschichteten Bau besitzt, was auch Remak an Eiern, die drei Monate lang in einer Mischung von doppeltchromsaurem und doppeltschwefelsaurem Kali gelegen hatte, bemerkte. Die Dicke der punktirten Haut schwankt zwischen $1/_{130}'''$—$1/_{200}'''$. —

Es mag nunmehr die Frage aufgeworfen werden, welche Bedeutung die chagrinartig gezeichnete Eihülle der Fische habe? Sie umhüllt unmittelbar den Dotter, sowohl den Bildungs- als den Nahrungsdotter. Alle meine Bemühungen noch eine andere Eihülle an ihrer Innenfläche aufzufinden, sind gescheitert. Bei der Beschreibung der Micropyle habe ich einer glashellen Schicht zu gedenken, die an der Innenfläche der punktirten Haut in der Nähe der Micropyle sich befindet. Dieselbe erstreckt sich aber nicht als Hülle über den ganzen Dotter hinweg. Die punktirte Haut könnte also entweder die Dotterhaut selbst sein, oder eine secundäre Hülle, die im Eifollikel entweder um die ursprüngliche Dotterhaut sich absetzte oder von der *Membrana granulosa* herzuleiten wäre, wobei vorausgesetzt würde, dass die Dotterhaut entweder geschwunden sei oder vorläufig sich der Beobachtung entziehe. Die kleinsten und jüngsten Eier der Fische besitzen eine glashelle, homogene Hülle, ohne Punktirung und von nicht messbarer Dicke; sie darf als Dotterhaut angesehen werden. Mit der Vergrösserung der Eichen verdickt sich zugleich die Dotterhaut, und, wenn dieselbe, z. B. beim Kaulbarsch, auch nur die Dicke von $1/_{800}'''$ hat, so wird an ihrer Oberfläche bereits die punktirte Zeichnung wahrgenommen. Bei Eiern des Kaulbarsches von $2/_3$ mm im Durchmesser, hat die punktirte Haut bereits eine Dicke von $1/_{300}'''$ und zeigt die Beschaffenheit, welche oben beschrieben wurde. Zu keiner Zeit der Entwickelung der Eier lässt sich eine Erscheinung wahrnehmen, aus welcher zu schliessen wäre, dass die Verdickung der ursprünglichen Eihülle durch Absonderungsschichten von aussen her, von dem Epithelium des Eifollikels, herbeigeführt werde. Da ferner das punktirte Ansehen der Eihülle erst mit der Verdickung sichtbar wird, so muss gefolgert werden, dass die chagrinartig gezeichnete Eihülle der reifen Fischeier

nicht die ursprüngliche Dotterhaut sei, sondern eine secundäre Eihülle, die aber durch Ablagerung von Verdickungschichten des Eies nach aussen um die Dotterhaut sich gebildet hat; dafür spricht auch ihr geschichteter Bau.[1])

An den meisten reifen Fischeiern, die ich untersuchte, habe ich noch eine **zweite** Eihülle unterscheiden können, welche die punktirte Haut von aussen umhüllt. Sie ist offenbar am auffallendsten bei *Perca fluviatilis* und hier zuerst von J. Müller (Archiv 1854, p. 186 sq.) beschrieben worden. Hier

---

1) Ich habe mich dafür ausgesprochen, dass die Püuktchen der chagrinartig gezeichneten Eihülle der optische Ausdruck von Ausmündungsstellen von Röhrchen sein können, obschon eine radiäre Streifung durch die Dicke der Eihülle hindurch nicht bemerkbar sei. Dies kann und wird geschehen, wenn das Lichtbrechungsvermögen der Füllungsmasse dieser Röhrchen und das der Umgebung nicht verschieden ist. Bei der Beschreibung des Baues des Nahrungsdotters beim Hechtei werde ich eine Substanz zu besprechen haben, die nachweislich von viel stärkeren Röhren durchsetzt wird, und die am frischen Ei gleichfalls nur die Ausmündungsstellen markirt. Ich habe ferner beobachtet, dass die gallertartige Eihülle von *Rana temporaria* im von Wasser aufgequollenen Zustande von unmessbar feinen Pünktchen übersäet ist, und vermuthe aus dem Verhalten der Zoospermien beim Eindringen in diese Substanz, was bereits Bischoff beobachtet hat, dass sie die optischen Ausdrücke von Ausmündungstellen von Röhrchen darstellen, obschon sich die Röhrchen selbst beim Durchzuge durch die Hülle nicht nachweisen lassen; die Zoospermien dringen in diese Substanz zunächst nur ein, wenn der Saame mit Wasser verdünnt mit dem Ei in Berührung kommt, und wenn darauf die gallertartige Hülle aufzuquellen beginnt; die Aufquellung findet ohne Wasser nicht Statt, und die Befruchtung bleibt aus. Das Eindringen der Zoospermien hält ferner gleichen Schritt mit der von aussen nach innen vorschreitenden Aufquellung, und die Zoospermien sind dann radiär und zuweilen auch in solchen Entfernungen von einander gestellt, als ob sie in den, den Pünktchen entsprechenden Röhrchen gleichsam, vielleicht auch wirklich aufgesogen wären. In das Innere des Eies, also durch die Dotterhaut hindurch, sah ich kein Saamenkörperchen eindringen; sie halten still an der Grenze der Dotterhaut. Verschweigen darf ich übrigens nicht, dass die Püuktchen nach der Aufquellung der gallertartigen Hülle zu fein für das Hindurchtreten der Saamenkörperchen erscheinen; sie werden vielleicht vor der Aufquellung grösser sein, doch lässt sich dann Nichts beobachten.

übertrifft sie die punktirte Haut sehr bedeutend an Dicke und ist durch die leicht sichtbaren, radiären Kanälchen ausgezeichnet. Ob diese Kanälchen mit den in der punktirten Haut vermutheten Röhrchen offen kommuniciren, ist nicht zu ermitteln gewesen. Die Kanälchen der äusseren Eihüllen sind an Zahl viel geringer, als die Pünktchen der chagrinartig gezeichneten Eihülle; sie scheinen ausserdem, wie J. Müller anführt, ebenso wie an der Aussenfläche, so auch an der Innenfläche mit einer trichterförmigen Erweiterung zu enden. Bestände also ein kontinuirlicher Zusammenhang, so müssten die weiteren Kanälchen der äusseren Eihülle plötzlich in eine Anzahl der feineren Kanälchen der innern Eihüllen übergehen. Uebrigens spricht gegen einen solchen Zusammenhang die ziemlich leichte Trennbarkeit beider Eihüllen.

Bei anderen Fischen hat die zweite Eihülle eine andere Beschaffenheit. An reifen, aus der Bauchhöhle herausgetretenen Eiern des Hechtes findet sich nach aussen von der punktirten Haut eine vollkommen durchsichtige, homogene, glashelle Schicht von $^1/_{270}$''' Dicke. Sie ist so durchsichtig, dass sie sehr leicht übersehen werden kann und erst durch einen lichten Saum, mit welchem die punktirte Haut gegen die umgebende gefärbte Flüssigkeit und gegen anrückende Körperchen sich abgrenzt, auf ihre Existenz aufmerksam gemacht. Doch hat schon Aubert (a. a. O.) hervorgehoben, dass die punktirte Haut, wenn sie einige Zeit in Wasser, namentlich in besamten Wasser gelegen, sich an vielen Stellen in zwei Häute trenne, deren äusserste sehr dünn, fein granulirt (?) und unregelmässig erhoben sei, während die innere, dickere mit feinen, radienförmig gestellten Querstreifen versehen sein soll. Nach meinen Beobachtungen lässt sich die erwähnte Schicht an jedem frisch unter Wasser oder Jodwasser beobachteten Eie wahrnehmen; sie erscheint dann auch niemals granulirt, sondern so klar und durchsichtig, wie das umgebende Wasser. Die Eihülle ist von zäher Konsistenz. An Eiern, die in Chromsäure oder Salpetersäure (2%) gelegen haben, lässt sie sich leichter von der punktirten Haut

abtrennen; im frischen Zustande des Eies habe ich ihre Abtrennung von der punktirten Haut nicht bewirken können.

Eine ähnlich beschaffene zweite Eihülle beobachtete ich an reifen Eiern des Kaulbarsches, des Döbel, der Schleye und anderer Cyprinoiden, mit dem Unterschiede, dass nicht selten, wie z. B. beim Schley, an gewissen, nicht näher zu bezeichnenden Stellen eine Struktur hervortritt, welche bei anderen Cyprinoiden über die ganze zweite Eihülle sich erstreckt. Auch auf diese Struktur der Eihüllen bei den Fischen hat zuerst J. Müller hingewiesen. Bei *L. erythrophthalmus* und *C. Nasus* sah ich die in Rede stehende Bildung am ausgezeichnetsten. Die Eihülle ist auf der ganzen Oberfläche sammtartig durch die Anwesenheit von kleinen cylindrischen Stäbchen mit abgerundeten Enden, die ziemlich dicht gedrängt und senkrecht oder radiär gestellt sind (Taf. IV Fig. 1). Sie haben ein fettähnliches, mikroskopisches Ansehen und sind von so zäher Konsistenz, dass sie bei Zerrungen sich fadenförmig ausziehen. Bei nicht übermässiger Zerrung bleiben sie an der inneren Eihülle haften; die an diese Hülle zunächst angrenzende Partie des Stäbchens zieht sich fadenförmig aus und geht weiterhin in ein knopfförmiges Ende über; das Präparat nimmt sich so aus, als ob mit Köpfchen versehene, fadenförmige Zoospermien mit ihren Schwänzchen sich radiär gegen die Eihülle gestellt hatten (Fig. 1 Tab. IV). Die Länge der Stäbchen schwankt zwischen $\frac{1}{300}'''$ und $\frac{1}{250}'''$, die Breite zwischen $\frac{1}{655}-\frac{1}{500}'''$. An noch unreifen Eiern der Plötze überzeugte ich mich, dass die Stäbchen mit ihrer Basis in eine homogene, glashelle Schicht eintauchten und nur mit den abgerundeten Enden frei hervorragten. Diese glashelle Schicht ist wohl dieselbe, welche beim Hechtei allein als zweite Eihülle erscheint, und die bei anderen Cyprinoiden nur stellenweise durch Gruppen von Stäbchen durchsetzt wird. J. Müller betrachtet die Stäbchen als Ausläufer der punktirten Haut, die er für die Dotterhaut hält. Auch ist der Verfasser der Ansicht, dass die Stäbchen nur eine weitere Ausbildung von Fortsätzen seien, die an der chagrinartig gezeichneten Eihülle das Ansehen der Pünktchen bewirken; es

werden demnach auch uicht zwei, sondern uur eine Eihülle, die Dotterhaut, unterschieden. Obgleich nun die sammtartige Haut bei frischen Eiern sehr fest der punktirten Haut aufliegt, so ist die Trennung doch möglich, sobald man Erhärtungsmittel (Chromsäure, Salpetersäure) auwendet. Ausserdem lässt sich bei frischen Eiern eine ebeuso deutliche Scheidegrenze zwischen ihr und der punktirten Haut, wie zwischen den beiden Eihüllen des Barsches erkennen. Desgleichen ist die Konsistenz beider Schichten sehr verschiedeu; die Stäbchen-Schicht ist viel weniger fest, als die punktirte Eihülle. Eudlich ist auch die Zahl der Stäbchen viel geringer, als die der Pünktchen in der punktirten, inneren Eihülle bei einem uud demselben Eie. Wenn ich aber auch aus den angeführten Gründeu für die Auffassung der sammtartigen Eihülle als einer gesonderteu Schicht mich aussprechen zu müssen geglaubt habe, so ist damit noch nicht eiue audere Frage erledigt, nämlich die, ob die beiden so eben beschriebenen Eierstocks-Eihüllen verschiedenen oder gleichen Ursprungs seien. Zu Anfange dieser Abhandluug habe ich bemerkt, dass die secundär im Eifollikel gebildeten Eihülleu entweder Produkte des Eies selbst (Ablagerungsschichten au der Dotterhaut) oder des Eifollikels, iusbesondere der *Membrana granulosa* seiu können, und später wurden die Erscheiuungen namhaft gemacht die mich bestimmten, die chagrinartig gezeichuete Eihülle für ein Produkt des Eies selbst zu halten. In Betreff der zweiten Eierstocks-Eihülle bei den untersuchten Fischeu liegt die Auuahme nahe, dass dieselbe weuigsteus beim Barsch aus Zellen hervorgegangeu sei und also für eiu Produkt der *Membrana granulosa* anzusehen wäre. Diese Auuahme wurde mir um so wahrscheinlicher, als ich beim Hecht eine aus cylinderförmigeu Zellen bestehende *Membrana granulosa* vorfand und anfangs beim Barsch zur Zeit, wenu die zweite Eihülle sichtbar ist, das Epithelium des Eifollikels zugleich vermisste. Inzwischen habe ich mich später von der Existenz eines aus rundlicheu Zelleu zusammengesetzten Epitheliums im Eifollikel beim Barsch überzeugt uud Uebergangsbildungen aus diesem Epithelium zur tubulären Eihülle bisher vergebens gesucht.

Ebenso unentschieden muss ich die Antwort in Betreff der beiden anderen Formen der behandelten zweiten Eihülle lassen, obgleich die innige Adhäsion derselben an der punktirten Haut für eine gleichartige Entstehung mit dieser spricht.

Es bleibt mir noch übrig eine Erscheinung zu berühren, die alle von mir untersuchten reifen Fischeier, mit Ausnahme derjenigen mit sammtartiger Eihülle, an der freien Oberfläche zeigen: ich meine das facettirte Ansehen. Beim Barsch liegt in der Mitte einer jeden etwa sechseckigen Masche des Netzes von 125‴ im Durchmesser, wie J. Müller angegeben, das trichterförmig erweiterte äussere Ende der Röhrchen. Wenn man ein Eifollikel des Barsches zum Bersten bringt, und das Ei aus dem entstandenen Riss allmälig heraustritt, so bemerkt man, dass die Zellen der *Membrana granulosa* aus den Facetten sich herausziehen. Eine jede Facette wird grade so, wie es häufig bei den Insekten-Eiern vorkommt, von einer Zelle der *Membr. granulosa* ausgefüllt, und die Grössen beider entsprechen sich; es sieht genau so aus, als ob eine jede Zelle in die respektive Facette sich eingedrückt hätte. Die gefelderte Zeichnung an der Oberfläche der Fischeier lässt sich auch da wahrnehmen, wo, wie z. B. beim Hecht, nach aussen die mehr gallertartige, homogene und äusserst pellucide zweite Eihülle vorhanden ist. Es scheint, dass auch C. Vogt die hierauf bezüglichen Erscheinungen bei *Coregonus Palaea* gesehen habe. Der Verfasser erwähnt (a. a. O. p. 9), dass an dem unversehrten Eie von *Coregonus Palaea*, bei starken Vergrösserungen und günstiger Beleuchtung, auf der Eihaut eine Anzahl kreisförmiger Ringe sichtbar seien, die sich gleichsam zu einem Netzwerk vereinigen. Aubert bemerkt (a. a. O. p. 95), dass beim Hecht stellenweise die Pünktchen der chagrinartig gezeichneten Haut zu unregelmässigen Vierecken zusammenfliessen und giebt davon zugleich eine Zeichnung. Weder die Zeichnung, noch die Beschreibung passt zu dem, was ich an der Oberfläche der Eihüllen des Hechtes, Barsches etc. sehe. Die facettirte Zeichnung am Hechtei macht sich dann bemerkbar, wenn man das unversehrte und nicht weiter gepresste Ei, nachdem es eine Quantität Wasser auf

genommen, unter sehr schwacher Jodlösung beobachtet und dabei den Focus über die convexe Oberfläche hinwegbewegt. Die Grösse der Facetten entspricht auch hier der Grösse der Zellen in der *Membr. granulosa*, die sich in dieselben einbetten. Grade die Art und Weise, wie sich die Zellen in den Grübchen der Facetten eindrücken, lässt es mir wahrscheinlich erscheinen, dass diese zweite Eihülle als ein Absonderungsprodukt der *Membrana granulosa* betrachtet werden könnte. Die mechanischen Verhältnisse, unter welchen das Ei im Eifollikel sich vergrössert, erlauben wohl die Voraussetzung, dass die Zellen der *Membr. granul.* ähnliche Eindrücke auch auf diejenigen Eier machen, welche eine zweite sammtartige Eihülle besitzen, wenn auch hier aus leicht zugänglichen Gründen die facettirte Zeichnung nicht sichtbar wird.

Was nun die Micropyle betrifft, so spricht sich darüber Bruch folgender Maassen aus. Die Mikropyle ist ein ziemlich langer, der Dicke der Eihaut (?) entsprechender Kanal von $\frac{1}{8}-\frac{1}{6}'''$, der die Eihaut senkrecht von aussen nach innen durchbohrt. Dieser Kanal ist an seinen beiden Mündungen am breitesten; in der Dicke der Haut verengert er sich bedeutend, so dass seine Weite hier an der engsten Stelle nicht über 0,002—3''', oft weniger beträgt. Beide Eingangsöffnungen sind von einander verschieden; die äussere ist weit und geschweift trichterförmig; die innere ist auch trichterförmig, endet jedoch auf der inneren Fläche der Eihaut mit einem sehr scharf ausgeschnittenen Rande, so dass der Eingang in den Kanal hier schroffer und plötzlicher erscheint. Meine Beobachtungen weichen in mehreren wesentlichen Punkten von diesen Angaben ab. Die Untersuchungen lassen sich nicht gut an einer vom Dotter vollkommen angefüllten Eihülle anstellen; man muss entweder, wie schon Bruch bemerkt, das betreffende Stück der Eihaut abschneiden und vom Dotter befreien, oder den Moment abwarten, in welcher die Dotterkugel in Folge des Eintritts von Wasser von der Eihaut sich entfernt hat. Man bemerkt dann, bei der Ansicht dieser Gegend im Profil, dass die Eihüllen sich etwas abflachen, dann aber eine trichterförmige Einstülpung nach der Höhle der

Eihaut machen, so dass an der Innenfläche der letzteren eine konische Papille hervortritt, die selbst mit der Loupe an der freigelegten Eihaut zn unterscheiden ist. Die Micropyle ist also nicht bloss ein kanalartiger Durchbruch dnrch die Dicke der Eihüllen, die wohl kaum bei den in Rede stehenden Fischen einen Durchmesser von $^1/_5$—$^1/_6$''' haben möchten; die Eihüllen selbst formen sich zur Micropyle, indem sie eine, nach dem Inneren des Eies konisch vorspringende Einstülpung machen (Fig. 3). Dnrch diesen Vorsprung zieht ein einfacher, trichterförmiger Kanal von aussen nach innen, und dieser Kanal wird zu einem grossen Theile von den eingestülpten Wandnngen der Eihänte selbst, zu einem kleineren nur von den gleichsam durchbrochenen Wandungen derselben begrenzt. Die Begrenzung der Höhle oder des Kanals in dem Vorsprung korrespondirt nicht mit der äusseren konischen Form des letzteren; sie ist vielmehr die eines einfachen Trichters (Fig. 3), an welchem passend der Eingang, der Grund und der Hals nnd hiernach drei Theile der Micropyle überhaupt unterschieden werden müssen. Der Eingang des Trichters ist nach anssen, das Ende des Halses gegen das Innere des Eies gerichtet.

Der Eingang (a) in die Höhle der Micropyle ist geschweift trichterförmig; er erscheint einfach dadnrch gebildet, dass namentlich die pnnktirte Eihülle in der bezeichneten Form gegen das Innere des Eies sich hineinstülpt. Da, wo dieser Theil des Kanales an den mittleren Theil oder den Grund des Trichters anstösst oder in denselben übergeht, erhebt sich mehr oder weniger deutlich eine nach dem Binnenraum etwas vorspringende, ringförmige Leiste. Seine grösste Weite hat bei den verschiedenen Fischen etwa einen Durchmesser von $^1/_6$—$^1/_8$'''; seine Tiefe ist gleichfalls verschieden; sie steigt indess kaum über $^1/_8$'''. Textur und Dicke der punktirten Eihülle bleiben in diesem Theile der Micropyle ganz unverändert. Die äussere Eihülle dagegen schwindet allmälig, je mehr sie sich dem mittleren Theile der Micropyle nähert und nur in der schwach erhabenen, ringförmigen Leiste an der Grenze nimmt sie etwas an Dicke zu, um damit zugleich auf-

zuhören. Hat die äussere Eihülle die sammtartige Beschaffenheit, so hören die Stäbchen an der äusseren Oeffnung der Micropyle fast gänzlich auf; nur die homogene, dünne, glashelle Schicht, in welche die Stäbchen auf der Oberfläche des Eies eingesenkt sind, geht in den trichterförmigen Eingang hinein, um dann in der bezeichneten, erhabenen Leiste zu enden (Fig. 4). Hier und da finden sich noch zerstreut einzelne Stäbchen in ihr vor. Die Länge dieser Stäbchen nimmt aber von aussen nach innen allmälig ab, so dass sie zuletzt nur als Kügelchen erscheinen (Vergl. Fig. 4). Besteht die äussere Eihülle nur aus einer homogenen, pelluciden Schicht, so zeigt sich die Veränderung in der allmäligen Abnahme ihrer Dicke; im Uebrigen ist das Verhalten derselben ähnlich, wie das der homogenen Grundsubstanz der sammtartigen, äusseren Eihülle.

Der mittlere Theil der Micropyle (b) enthält den sogenannten Boden ihres trichterförmigen Kanales. Der Hohlraum hat ungefähr die Umgrenzung eines abgestumpften und abgerundeten Kegels, von dessen Spitze der Hals des Trichters abgeht (Fig. 1—4). Derselbe wird nur von der punktirten Haut umgeben, und an seiner Bildung ist diese Eihülle nicht nur mit ihrer Einstülpung, sondern auch mit der Dicke ihrer Wandung betheiligt: die punktirte Eihülle nimmt nämlich ganz allmälig an Dicke ab, so dass nur noch etwa der dritte Theil für den Durchbruch des Halses übrig bleibt. Der Boden des trichterförmigen Kanales ist etwa $1/_{60}$—$1/_{70}$''' lang; die grösste Breite beträgt etwa $1/_{80}$'''.

Der dritte und innerste Theil der Micropyle (c) enthält als Höhle den Hals des Trichters. Derselbe stellt sich als ein fast ganz cylidrischer Kanal dar, der den Rest der punktirten Haut radiär durchbricht. Seine Länge beträgt etwa $1/_{300}$—$1/_{250}$''', die Breite $1/_{600}$—$1/_{800}$'''. Der Hals des trichterförmigen Kanals behält in den meisten Fällen dieselbe Breite durch die ganze Länge bei; nur zuweilen schien es mir, als ob er etwas verjüngt auslief. Ich habe die Höhle der Micropyle so dargestellt, wie wenn sie sich frei in die Höhle der Eihüllen öffne; es ist dieses sehr wahrscheinlich, allein

definitiv zu beweisen wohl unmöglich. Die optischen Erscheinungen würden dieselben sein, im Falle eine unmessbar feine Haut den Kanal nach innen verschlösse. Versuche mit Flüssigkeiten gaben mir keine genügende Entscheidung; sind Körnchen darin suspendirt, die selbst einen geringeren Durchmesser haben können, als der Breiten-Durchmesser des Halses am trichterförmigen Kanale beträgt, so treten dieselben leicht bis an den Hals heran, doch durch denselben sah ich wenigstens um die Zeit, wenn das Ei bereits Wasser aufgenommen hatte, keines hindurchgehen. Zwei Male, beim Döbel und beim Schley, glückte es mir die Micropyle deutlich zu beobachten, nachdem etwa 10 Minuten das reife Ei mit dem Samen in Berührung sich befunden hatte. Der Same füllte den äusseren und mittleren Theil des trichterförmigen Kanals vollständig an; der Hals dagegen war und blieb auch später bei einstündiger Beobachtung vollkommen frei. Die Figur 3 giebt ein genaues Bild dieser Beobachtung am Döbelei. Dabei muss ich hinzufügen, dass das Ei bereits Wasser aufgenommen hatte, und es wäre möglich, dass also gerade während dieser Wasser-Aufsaugung Samenkörperchen hindurchgegangen waren. Unbegreiflich bleibt es dann immer doch, warum nicht ebenso, wie in den übrigen Theilen des Kanals, einzelne Samenkörperchen zurückgeblieben sind.

Aus obiger Darstellung ergiebt sich, dass der Kanal der Micropyle bei den von mir untersuchten Fischen nicht, wie es Bruch von *Coregonus Palaea* beschreibt, mit zwei trichterförmigen Oeffnungen versehen ist, sondern die Form eines einfachen Trichters besitzt, dessen dünnster Theil, der Hals, gegen das Innere des Eies sich wendet. Dagegen kann unter gewissen Umständen der Schein einer inneren trichterförmigen Oeffnung entstehen. Die nach dem Inneren des Eies konisch hervorspringende Micropyle ist auf ihrer freien Fläche, also an der Innenfläche der punktirten Eihülle, von einer weichen, glashellen, eiweissartigen Schicht bekleidet (Fig. 2—4 g), die an der Basis des konischen Vorsprungs am dicksten ist und von hier aus sowohl gegen die Spitze des Kegels als auch weiterhin an der Innenfläche der punktirten Haut, in der Um-

gebung der Micropyle, sich allmälig verdünnt. Als ich nun zur genaueren Untersuchung der Micropyle eine derartige Falte schlug, dass die Innenfläche der punktirten Haut nach aussen lag und der Kanal der Micropyle gerade durch den Rand der Falte ging (Fig. 2), so schoben sich beim Druck des Präparates mittelst des Deckplättchens zwei Wälle vor, die die innere Oeffnung des Micropylen-Kanals zu den Seiten begrenzten. Diese Wälle erhoben sich stärker oder traten mehr zurück und veränderten ihre Form, je nachdem der Druck verstärkt oder gemässigt wurde und in eine zerrende Wirkung überging. Es betheiligt sich an der Bildung dieser Wälle nur die oben beschriebene, nachgiebige Eiweissschicht an der freien Fläche der Micropyle. Die Entstehung derselben wird leicht begreiflich, wenn man erwägt, dass durch die Faltenbildung die durch Einstülpung der Eihülle gebildete, äussere Abtheilung der Micropyle vollständig ausgeglichen wird und demnach die daselbst stärker angehäufte, eiweissartige Schicht am linearen Rande der Falte sich wallartig erheben muss. Unter diesen Umständen kann der Schein einer trichterförmigen inneren Oeffnung des Micropylen-Kanals entstehen; aber es ist auch nur ein Schein, wie ein Blick auf die naturgetreue Abbildung eines solchen Präparats ohne weitere Erläuterungen deutlich zu erkennen giebt. Es scheint übrigens nicht, dass Bruch ein solches Präparat vor Augen gehabt hat, da nach ihm die innere, trichterförmige Oeffnung mit einem sehr scharf ausgeschnittenen Rande endigen soll. Sicher aber ist, dass der Kanal der Micropyle bei den von mir untersuchten Fischeiern niemals trichterförmig nach innen sich öffnet.

Die optischen Erscheinungen, unter welchen sich die Micropyle dem Mikroskopiker darstellt, sind sehr verschieden, jenachdem dieselbe von der Aussen- oder von der Innen-Fläche der Eihüllen oder im Profil und von der Seite betrachtet wird, ob man den Focus mehr auf ihren Kanal oder auf die freie Fläche ihrer Wandung gerichtet hat, oder endlich nach der Beschaffenheit der Eihüllen. Die Deutungen der vorkommenden Erscheinungen sind nicht schwer, sobald man

sich von dem Bau der Micropyle genügend unterrichtet hat, und hierzu dienen vor Allem die Bildung von Falten oder Durchschnitte, die mir gleichfalls einige Male gelungen sind. Von der Fläche, namentlich von der Aussenfläche betrachtet, markiren sich besonders die verschiedenen Durchschnitte des Micropylen-Kanals in Form von parallelen Kreisen (Fig. 1). Der kleinste, aber am kräftigsten kontourirte und in der Mitte gelegene Kreis gehört dem Halstheile des trichterförmigen Kanals an; um denselben läuft eine ziemlich scharf gezeichnete Kreislinie, die den Boden des Trichters in seinem Durchschnitt wiedergiebt; dann folgt gewöhnlich ein mehr granulirt gezeichneter Ring, der von der erhabenen Leiste am Uebergange des Einganges zum Boden des Trichters gebildet wird; den Schluss formiren ein bis zwei kreisförmige, leichte Schatten, die vom äusseren Rande des Micropylen-Kanals und vom reflektirten Lichte an den Wandungen der äusseren Abtheilung desselben herstammen. Bei der bedeutenden Tiefe des trichterförmigen Kanals treten die verschieden kreisförmigen Zeichnungen in einem und demselben Focalabstande weder alle zugleich, noch alle gleich deutlich hervor. Die Pünktchen der inneren Eihülle ordnen sich an dem in Rede stehenden mikroskopischen Bilde der Micropyle mehr oder weniger deutlich in strahligen Linien um den innersten Kreis.

II. Die Struktur des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Hechteier.

Hierzu Tafel II. und III.

Die Struktur des Nahrungsdotters reifer und befruchteter Hechteier, die ich jetzt zu beschreiben habe, findet sich in schwachen Andeutungen auch bei einigen anderen Fischen, so beim Kaulbarsch, doch nirgend, nach meinen bisherigen Erfahrungen, so ausgeprägt und so auffallend als beim Hecht, daher ich mich in meinen Mittheilungen auf diesen Fisch beschränke. Werden reife unbefruchtete oder befruchtete Hechteier in Wasser, gleichviel ob samenhaltiges oder samenfreies, gelegt, so erweitert sich, wie bei den meisten Fischeiern, die Eihülle beträchtlich, und es bildet sich zwischen ihr und dem

Inhalt, den ich allgemein die Dotterkugel nennen will, eine Lücke, die sich mit sehr wasserreichem Fluidum anfüllt. Beim Zusatz von Salpetersäure schlagen sich darin weissliche Flocken nieder; das Fluidum ist also nicht reines Wasser, sondern enthält eine geringe Menge Eiweiss gelöset. Schon beim reifen, unbefruchteten Eie lässt sich dann bemerken, dass die Dotterkugel, wie bei beschuppten Amphibien und Vögeln, aus zwei ihrer Bedeutung nach ganz verschiedenen Bestandtheilen besteht, für die ich nach dem von mir zuerst gemachten Vorschlage (Beiträge zum heutigen Zustande der Entwikkelungsgesch. Berlin 1843 p. 17) die Namen „Bildungs- und Nahrungs-Dotter“ beibehalten werde (Taf. I. Fig. 1. a. n.).

Der Nahrungsdotter umfasst den weitaus grössten Theil der etwa eine Linie grossen Dotterkugel und repräsentirt also deren allgemeine Form. Diese stellt jedoch keine wirkliche Kugel dar. Der Durchmesser, welcher mitten durch den Bildungsdotter geht, ist fast immer grösser als die beiden anderen; desgleichen zeigen sich gewöhnlich auf seiner Oberfläche Erhebungen, namentlich an dem Theile, welcher vom Bildungsdotter nicht bedeckt ist. Der Bildungsdotter überzieht etwa die Hälfte des Nahrungsdotters in Form einer dünnen, gelblich-grau tingirten Schicht von granulirtem Ansehen, das von den in einem zähen Fluidum suspendirten molecularen Körnchen und von den etwas grösseren ($^1/_{600}$ — $^1/_{800}$'''), fettähnlichen Kügelchen herrührt. Das Keimbläschen fehlt an reifen Eiern regelmässig. Die Begrenzungslinien der Bildungsdotterschicht sind, sowohl am freien Rande, als nach dem Nahrungsdotter hin, nicht scharf gezeichnet, oft recht unsicher. Die Existenz dieser Schicht giebt sich gleichwohl auch an den reifen nicht befruchteten Eiern jedes Mal durch einen dunkeln Schatten oder Streifen zu erkennen, welcher an dem Rande der Dotterkugel da und nur da sichtbar wird, wo der Bildungsdotter ihre freie Oberfläche bildet. Der Nahrungsdotter ist von zäher Konsistenz und in seinem Inneren scheinbar ohne alle Struktur und vollkommen durchsichtig. An seiner Oberfläche werden zunächst die leicht zu deutenden mikroskopischen Bilder kleinerer und grösserer (bis zu

$^1/_{40}$''') Oeltröpfchen wahrgenommen. Sie liegen zerstreut einfach oder zu mehreren neben- und übereinander besonders zahlreich in der Gegend, wo der Nahrungsdotter von der Bildungsdotterschicht bekleidet wird; an der freien Oberfläche des Nahrungsdotters sind sie ursprünglich und der Mitte des Bildungsdotters gegenüber oft gar nicht zu finden. Wenn die Bildungsdotterschicht beim Uebergange in die erste Furchungskugel, welche hier als ein Kugelabschnitt auftritt, sich auf einen kleineren Bezirk der Oberfläche des Nahrungsdotters zurückzieht, so werden die unter ihr gelegenen Oeltröpfchen ebenfalls ganz einfach mechanisch und nicht, wie man vermuthet hat, in Folge anderer geheimnissvoller Bewegungsmittel auf einen kleineren Raum zusammengedrängt. Man trifft daher die Oeltröpfchen später in mehrfacher Uebereinanderschichtung zwischen dem Embryo und dem Nahrungsdotter vor (Taf. IV Fig. 1. k). Ausser den Konturen, die den Oeltröpfchen angehören, sieht man auf der ganzen Oberfläche des Nahrungsdotters zahlreiche Kreislinien von ganz anderem mikroskopischen Habitus. Die Notiz über ihre Grösse im frischen Zustande des reifen Eies ist mir verloren gegangen; die Kreise sind aber meist viel kleiner, als die kreisförmigen Kontouren der Oeltröpfchen. In manchen Gegenden haben sie alle eine ziemlich gleiche Grösse; an anderen Stellen wiederum wechseln grössere und kleinere Kreise entweder ganz unregelmässig mit einander ab, oder die kleineren Kreise überwiegen und enthalten grössere eingestreut. Die in Rede stehenden mikroskopischen Bilder am Nahrungsdotter treten dem aufmerksamen Beobachter sogleich entgegen und können nicht weiter verwechselt werden; denn die kreisförmigen Kontouren der Oeltröpfchen mit ihrem Fettglanz unterscheiden sich zur Genüge von jenen Kreislinien, die zwar bestimmt und scharf gezeichnet sind, jedoch keine Spur von einem Fettglanz besitzen. Im Uebrigen aber zeigt sich der Nahrungsdotter vollkommen klar und homogen; ausser den beschriebenen Bildern ist Nichts an ihm wahrzunehmen. Die zuletzt erwähnten Kreise liegen stellenweise ziemlich dicht aneinander; in anderen Gegenden lassen sie kleinere oder

grössere Zwischenräume zwischen sich; auch dichter zusammenliegende, unregelmässige Gruppen werden durch leere Interstitien von einander getrennt; die grössten leeren Zwischenräume finden sich an demjenigen Pole des Eies, welcher der Bildungsdotterschicht gegenüberliegt. Auf den ersten Blick scheint es, als ob die beschriebenen Kreise die optischen Ausdrücke von lichten, durchsichtigen Bläschen sind, die in bezeichneter Weise die Oberfläche des Nahrungsdotters überziehen; ja man wird sie für Zellen halten wollen, da sie zuweilen eine dunklere Stelle, wie einen Kern, gewahren lassen. Wir werden später sehen, dass die Kreise optische Ausdrücke von feinen an der Oberfläche sich öffnenden Röhren sind, welche den Nahrungsdotter durchziehen, aber in ihrem Verlaufe am frischen Dotter, wegen der grossen Durchsichtigkeit und wegen des mangelnden Unterschiedes des Licht-Brechungsvermögens der Füllungsmasse und der Umgebung der Röhrchen, nicht erkannt werden. In der herausgepressten freien oder mit Wasser gemischten Dottermasse treten verschiedene Bläschen und Kügelchen auf, die auch von Aubert (a. a. O.) gezeichnet worden sind. Ihre künstliche Bildung ist unvermeidlich in einer Masse, die aus Eiweiss, Fett und Wasser gemischt wurde. Aubert macht auch auf gewisse Bewegungen der Dottermasse aufmerksam, die er mit den Eckerschen Dotterbewegungen in Verbindung bringt, und von welchen er zugleich die Ortsveränderungen der Fetttröpfchen abzuleiten geneigt ist. Ueber die Ortsveränderung der Oeltröpfchen habe ich mich bereits ausgesprochen; die sonst bemerkbaren Bewegungen an der gestörten und durcheinander gemischten Dottermasse scheinen mir zu Adhäsions-, Diffusions-, Verdunstungs- und chemischen Erscheinungen gerechnet werden zu müssen.

Wird die Dotterkugel durch Chromsäure (2%), durch eine schwache Lösung von Salpetersäure oder durch Weingeist erhärtet, so treten die Struktur-Verhältnisse des Nahrungsdotters deutlicher zu Tage. Da die nunmehr zu beschreibende Struktur des Nahrungsdotters andeutungsweise bereits am frischen Eie sichtbar ist und bei den verschiedensten Erhärtungs-

mitteln stets auf gleiche Weise sich zu erkennen giebt, da endlich auch die Beschaffenheit derselben von der Art ist, dass die künstliche Entstehnng durch die bezeichneten Mittel sich in keiner Weise ableiten lässt; so darf man den Gedanken nicht aufkommen lassen, als ob die betreffende Struktur vielleicht durch die Erhärtung selbst herbeigeführt worden sei. Nach der Erhärtung ist die Dotterkugel in toto gewöhnlich zn undurchsichtig für die mikroskopische Untersuchung. Um sie durchsichtiger zn machen, wende ich Essigsäure oder schwache Kalilösung an; Glycerin hat sich mir als unzweckmässig erwiesen. Essigsäure habe ich am meisten gebraucht, doch muss durch ihre Einwirkung die Dotterkugel nicht zu durchsichtig geworden sein, in welchem Falle, gerade so wie beim frischen Ei, die Strukturverhältnisse des Nahrungsdotters entweder sehr undeutlich werden oder wohl auch sich ganz der Beobachtung entziehen. An einer nicht zu durchsichtig gemachten Dotterkugel erkennt man dann leicht mit Hülfe des Mikroskops, dass der ganze Nahrungsdotter radiär von dunklen und hellen Streifen durchzogen wird. Lässt man das Auge über die Oberfläche desselben schweifen, so gewahrt man bald die auf der freien Oberfläche des Nahrungsdotters mehr zerstreut, unter der Bildungsdotterschicht oder unter dem sich entwickelnden Embryo dagegen zahlreich und dicht aufgehäuften Fettkörperchen, desgleichen jene lichten, kreisförmigen Flecke, die wir als die einzigen Andeutungen der inneren Struktur des Nahrungsdotters an frischen Eiern kennen gelernt haben. Diese Flecke werden da, wo Fettkörperchen liegen, von diesen bedeckt. Ein Durchschnitt durch den Nahrungsdotter lässt das radiär gestreifte Verhalten im Inneren desselben schon mit unbewaffnetem Auge und namentlich ganz gut bei Anwendung der Loupe erkennen. Zu solchen Durchschnitten sind besonders die im Weingeist erhärteten Eier und Embryonen zu empfehlen; sie haben eine zäh-feste Konsistenz, während die Chromsäure und Salpetersäure die Substanz bröcklich machen. Schon bei Anwendung der Loupe kann man sich überzeugen, dass die an den Durchschnittsflächen sichtbaren Streifen von einem Centrum im In-

nern des ungefähr kugelförmigen Körpers ausgehen und nach der Oberfläche desselben hinziehen.

Eine genauere Einsicht in den Verlauf der Streifenzüge gewinnt man erst bei stärkerer, etwa 40—60facher Vergrösserung. Es ist ferner nothwendig, die Schnittchen aus den verschiedensten Richtungen zu studiren, um etwa vorkommende Abweichungen kennen zu lernen. Meine Untersuchungen haben mich überzeugt, dass es zur genaueren Kenntniss des Verlaufs der Streifen genüge, die Schnitte in drei aufeinander senkrechten Ebenen, entsprechend den drei Dimensionen des Raumes, durch die Mitte des Nahrungsdotters zu führen. Diese Ebenen lassen sich ausserdem passend nach dem, auf dem Nahrungsdotter sich hinziehenden Embryo bestimmen, da in der ersten Zeit der Entwickelung keine wesentlichen Veränderungen an dem Nahrungsdotter bemerkbar werden. Von den beigegebenen Zeichnungen ist nur eine einzige (Fig. 1) aus der Zeit entnommen, in welcher die Bildungsdotterschicht noch nicht den Furchungsprozess durchgemacht hat; bei allen übrigen war der Rücken des Embryo mit den betreffenden Organen bereits gebildet. Ein Schnitt demnach, der senkrecht durch die Längsaxe des Embryo geht, soll auch die Längsaxe der Nahrungskugeldotter treffen und dieselbe in zwei seitliche, eine rechte und eine linke Hälfte trennen. Ein Schnitt, der die Queraxe des Embryo senkrecht trifft, soll auch den Nahrungsdotter in querer Richtung in zwei Kugelabschnitte theilen, von welchen der nach dem Kopfe des Embryo gerichtete die vordere, der nach dem Schwanz gewendete die hintere Halbkugel heissen mag. Durch einen Schnitt endlich, welcher parallel der horizontalen Ebene durch die Mitte des Nahrungsdotters verläuft, soll denselben in eine obere und in eine untere Halbkugel scheiden. Die beigefügten Zeichnungen, welche unter meiner Anweisung von dem Stud. med. Herrn Jänisch gefertigt worden sind, geben von jeder Halbkugel die Ansicht der Schnittfläche und eine zweite von der freien Fläche; von zwei zusammengehörigen Halbkugeln wurde nur eine gewählt, wenn die andere keine auffallenden Abweichungen darbot. Es sind ferner die

Halbkugeln — ich bediene mich dieses Ausdrucks der Kürze halber, obschon bereits bemerkt wurde, dass der Nahrungsdotter keine wirkliche Kugel darstellt — durchsichtig genug, dass bei Anfertigung der Zeichnungen nicht blos die dargebotenen Flächen des Kugelabschnittes, sondern auch auf die aus dem Inneren desselben sichtbaren Bilder Rücksicht genommen werden konnte. Eine ins Einzelne eindringende Beschreibung der Präparate und Zeichnungen halte ich für überflüssig; ich will vielmehr folgende allgemeine Resultate über das Verhalten der Streifenzüge zusammenstellen.

1. Die Streifenzüge gehen von der ganzen Peripherie der Nahrungsdotterkugel, scheinbar gleich Radien konvergirend, zu einer mittleren Region in derselben.

2. Diese mittlere Region liegt nicht genau in der Mitte der Kugel, sondern der oberen Fläche derselben etwas genähert.

3. Aus allen Längs-, Quer- und Horizontal-Schnittchen lässt sich entnehmen, dass diese Region oder das Scheitelfeld, nach welcher die Streifenzüge konvergirend verlaufen, eine gewisse Ausdehnung nach den Hauptdimensionen der Dotterkugel besitzt. Am auffallendsten ist die Ausdehnung in der Längsaxe; die bezeichnete Region beginnt in einiger Entfernung vom vorderen Pole und endigt in gleicher Weise auch hinten. Ist die Längsaxe in vier Theile getheilt, so umfasst diese Region etwa die mittleren beiden Theile (Fig. 6, 8, 9). Ihre Ausdehnung in der Richtung vom Rücken nach der Bauchfläche hin ist nicht so bedeutend; sie nimmt etwa das mittlere Drittheil des betreffenden Durchmessers ein (Fig. 3 u. 9). Am wenigsten ausgeprägt ist die Dimension dieser Region in der Richtung der Queraxe (Fig. 6, 8).

4. In einigen Fällen lief die Scheitel-Region der Streifenzüge am hinteren Pole des Nahrungsdotters in zwei Schenkel aus (Fig. 8 der Taf. II).

5. Wenn man die unmittelbar an der Schnittfläche oder in einem tieferen, scheinbaren Durchschnitt des Kugelsegmentes gelegenen Streifen oberflächlich übersieht, so scheinen sie alle gleich Radien gegen den Mittelpunkt der Kugel hin-

zuziehen und das Scheitelfeld dadurch zu bilden, dass sie nicht alle diesen Mittelpunkt erreichen. Dieses ist jedoch bei genauer Untersuchung nicht der Fall. Das Scheitelfeld entsteht vielmehr dadurch, dass die Streifen zum grössten Theile nicht im grössten Durchmesser, sondern in der Richtung von Sehnen hinziehen, die nach der räumlichen Ausdehnung des Scheitelfeldes bald mehr, bald weniger entfernt vom Mittelpunkt die Kugel durchschneiden. Ausserdem bemerkt man bei Vergleichung mehr oberflächlich und tiefer gelegener Streifen eines Kugelabschnitts, dass dieselben in ihrem Verlauf sich häufig unter spitzen Winkeln kreuzen. In den Zeichnungen ist dieses Verhältniss meistentheils und zwar absichtlich nicht näher berücksichtigt.

6. Die Streifenzüge verlaufen selten geradlinig; öfters haben sie eine langgezogene S-Form; am häufigsten bemerkt man, dass das scheinbar centrale Ende der Streifen mit einer flachen Krümmung gegen die Scheitelregion ausläuft und sich daselbst in die Tiefe zu verlieren scheint (Vergl. Fig. 2, 6, 7, 8, 9). Die Bogen gegenüberliegender Streifen greifen im Scheitelfelde öfters ineinander.

7. Die Streifung ist im Allgemeinen etwas gröber an dem vorderen Kugelsegment; konstant aber ist sie feiner am hinteren Pole und zuweilen auch an der hinteren und unteren Fläche des Nahrungsdotters (Vergl. d. Figg. f).

8. Die Streifenzüge sind endlich durchschnittlich am feinsten in der Scheitelregion und an der Oberfläche der Kugel. Am letzteren Orte werden sie so fein, dass die Nahrungsdotterkugel bei schwächeren Vergrösserungen von einer nur mässig dicken, streifenlosen Schicht bedeckt zu sein scheint (z).

Ausser den Streifen bemerkt man an den Präparaten namentlich bei der Ansicht auf die freie Fläche, — und dieses ist auch in den Zeichnungen wiedergegeben —, kreisförmige oder elliptische Figuren, selbt Abschnitte davon. Die Bedeutung derselben wird klar, sobald man sich über die Struktur unterrichtet hat, welche das mikroskopische Bild jener gestreiften Substanz hervorruft. Die Streifen entstehen im mikroskopischen Bilde dadurch, dass die Substanz des Dotters

den Zügen derselben entsprechend bald lichter, bald dunkel und schwach granulirt gezeichnet sich darstellt. Diese Zeichnung erweckt zunächst die Ansicht, dass man es mit einem faserigen Gefüge zu thun habe. Alle Versuche jedoch Fasern durch Maceration oder durch mechanische oder chemische Mittel darzustellen, scheitern vollkommen. Die Substanz trennt sich in beliebig geformte Stücke nach allen Richtungen. Bei den im Weingeist erhärteten Dottern muss man schneidende Instrumente anwenden; die in Salpetersäure oder in Chromsäure erhärteten Eier zerbröckeln in bezeichneter Weise selbst bei leisen Berührungen. Welche Struktur der Substanz die streifige Zeichnung hervorrufe, das lässt sich am besten anschaulich machen, wenn man feinere Schnittchen des Nahrungsdotters zur Beobachtung wählt, die nahezu senkrecht die radiären Streifen getroffen haben. In Fig. 12 ist ein solches Schnittchen dargestellt. Dasselbe zeigt sich sofort als eine von Oeffnungen durchbrochene Substanz. Wo der Schnitt die Streifenzüge senkrecht getroffen hat, sind die Oeffnungen vollständig kreisförmig; wo man es mit schrägen Schnittflächen zu thun hat, treten elliptische Figuren hervor. Aus dem Verlauf der Streifenzüge ergiebt sich, dass es nicht möglich ist, ein Schnittchen von grösserer Dimension zu gewinnen, an welchem nur kreisförmige oder elliptische Oeffnungen sichtbar würden. Die Begrenzung der Oeffnung ist scharf kontourirt, aber auch bei starken Vergrösserungen nur einfach linear. Niemals gelingt es durch Druck oder chemische Mittel eine besondere Schicht von der Dottersubstanz, welche die Oeffnung begrenzt, zu isoliren; die Substanz des Nahrungsdotters, in welcher sich die Oeffnungen befinden, bildet auch unmittelbar deren Begrenzung. Da nun die Schnittchen aus jeder beliebigen Gegend des Nahrungsdotters in der bezeichneten Weise gefertigt stets dasselbe Verhalten zeigen, so folgt, dass wir es hier mit einer Substanz zu thun haben, welche von zahlreichen Kanälen durchbrochen wird; und leicht ist es dann, sich weiter zu überführen, dass die erwähnten lichten Streifenzüge die Bahnen dieser Kanälchen bezeichnen und die dunkleren, granulirten Züge von der zwischen den Kanälen

gelegenen, also intertubulären Substanz des Nahrungsdotters herrühren. Diese Kanälchen haben demnach jenen allgemeinen Verlauf, welchen die Streifenzüge auf der freien Fläche und auf dem Durchschnitt der Halbkugeln zu erkennen geben. Am hinteren Pole des Embryo, wo die Streifen feiner sich darstellten, sind es auch die Kanälchen, die hier zugleich etwas dichter gedrängt stehen. Desgleichen sind alle Kanälchen in der Scheitelregion etwas feiner, erweitern sich dann allmälig in ihrem Zuge nach der Oberfläche der Kugel hin, um alsdann unmittelbar an der Oberfläche selbst in jener Zone, wo die Streifung unmerklich wird, gewöhnlich ziemlich plötzlich sich wieder zu verdünnen (Fig. 11). Wo die Kanäle sich verdünnen, nimmt in gleichem Maasse die Grundsubstanz an Masse zu. An der Oberfläche der Kugel ist letzteres am auffallendsten; die vermehrte Grundsubstanz verdeckt die peripherischen Enden der Kanälchen an dicken Schnittchen, und so entsteht daselbst die scheinbar streifenlose oder von Kanälchen freie Schicht der Grundsubstanz. An den Durchschnittsflächen der Halbkugeln kommen durchschnittene Kanälchen nur sparsam vor. Häufiger sieht man bei den mit Essigsäure mässig durchsichtig gemachten Halbkugeln, sowohl bei Betrachtung der Durchschnittsfläche als der freien Oberfläche, die durchschimmernden, scheinbar geraden oder schrägen Durchschnitte der Kanälchen, und darauf beziehen sich grösstentheils die kreisförmigen oder elliptischen Kontouren, die sich an den beigefügten Zeichnungen befinden. Die weitesten Kanälchen der durch Essigsäure etwas aufgequollenen Dotterkugel haben einen Durchmesser von etwa $^1/_{100}'''$; die kleinsten besitzen eine Breite von $^1/_{400}'''$. Schliesslich habe ich hier noch hinzuzufügen, dass namentlich an dem vorderen Pole der Nahrungsdotterkugel einzelne Kanälchen auch ohne die erwähnte Verdünnung gegen die Oberfläche hinziehen.

Für die genauere Kenntniss der Struktur des Nahrungsdotters ist, von der Genesis abgesehen, die Beantwortung zweier Fragen von Wichtigkeit: wie endigen die Kanälchen und worin besteht ihre Füllung? Auf die zweite Frage weiss ich keine bestimmte Antwort zu geben. Sicher ist, dass die

Kanälchen mit einer tropfbar flüssigen Substanz gefüllt sein müssen, die viel Wasser und darin eine geringe Menge Eiweiss gelöset enthält, da man in ihnen nur hier und da flockige Niederschläge wahrnimmt. Da ferner, wie schon angedeutet worden und später noch näher zu erweisen sein wird, die Kanälchen frei an der Oberfläche der Kugel sich öffnen, so stehen sie in offener Kommunikation mit dem Fluidum, welches den Dotter sammt Embryo umspült. Es muss daher vorausgesetzt werden, dass dasselbe Fluidum auch den Inhalt der Kanälchen bilde, worauf auch die geringen Niederschläge bei den in Weingeist und Salpetersäure erhärteten Eiern hindeuten.

Hinsichtlich der zweiten Frage sind die Endigungen der Kanälchen in zwei Gegenden aufzusuchen: an der Oberfläche der Kugel und im Centrum derselben, in der sogenannten Scheitelgegend der Kanälchen.

Das Verhalten der Endigung der Kanälchen an der Oberfläche der Nahrungsdotterkugel ist leicht und mit Sicherheit zu verfolgen; die Kanälchen endigen hier einfach, ohne trichterförmige Erweiterung, mit einer Oeffnung. Schon bei Beobachtung der freien Flächen an den oben besprochenen, halbkugligen Präparaten gelingt es, von der angedeuteten Endigung der Kanälchen sich zu überzeugen. Indem man den Focus über die konvexe Fläche allmälig fortbewegt, bemerkt man zunächst die besprochenen, kreisförmigen Konturen, welche ich bereits als die Orificia der Kanälchen bezeichnet habe. Die Verbindung oder Beziehung dieser kreisförmigen Konturen zu den Kanälchen tritt an solchen Präparaten gleichwohl anfangs nicht so deutlich hervor, weil die Präparate etwas zu dick sind und demnach bei ihrer Durchsichtigkeit in das mikroskopische Bild eine grössere Anzahl höher und tiefer gelegener Kanälchen aufnehmen, weil ferner die peripherischen Enden der Kanälchen ziemlich plötzlich auffallend an Breite abnehmen, und endlich vor Allem, weil die meisten Kanälchen nicht in grader Linie, sondern schwach gekrümmt auslaufen. Dennoch wird der geübte Mikroskopiker sich bald zurecht finden und das Auslaufen der Kanälchen in die Ori-

ficia namentlich in solchen Fällen kaum übersehen können, wann die Kanälchen eine grössere Weite auch bis an ihr Ende beibehalten und mehr gradlinig gegen die Oberfläche hinziehen. (Vgl. Fig. 10.) Alles jedoch wird deutlich und klar, sobald man sich ein Schnittchen mittlerer Dicke aus der oberflächlichen Schicht der Dotterkugel etwa in der Art verfertigt, wie es aus der beigefügten Figur leicht zu entnehmen ist. (Fig. 11). Man hat hierbei besonders auch darauf zu achten, dass der kleine Kugelabschnitt, wenn er mit der einen Schnittfläche auf dem Objektträger liegt, die gegenüberliegende Schnittfläche, so wie die freie Oberfläche des Präparates der mikroskopischen Untersuchung zu gleicher Zeit leicht zugänglich sind. Damit die Konturen der Kanälchen und ihrer Orificia schärfer hervortreten, ist es zweckmässig, die durchsichtig machenden Agentien zu vermeiden. Die freie Oberfläche eines solchen Schnittchens hat ein unregelmässig gefeldertes oder facettirtes Ansehen, welches von grösseren oder kleineren Grübchen herrührt. Die grösseren Vertiefungen sind gewöhnlich von unregelmässiger Begrenzung und rühren von den Eindrücken her, welche die Fetttröpfchen bei der Erhärtung des Dotters gemacht haben. Die kleineren Grübchen sind zahlreicher auf der Oberfläche verbreitet; nicht selten befinden sich mehrere im Grunde eines grösseren Grübchens. Sie sind kreisförmig oder elliptisch begrenzt, wenn sie eine schrägere Stellung gegen den Beobachter haben. Dass man es zunächst mit Vertiefungen an der Oberfläche des Nahrungsdotters zu thun habe, zeigt alsbald die nähere Untersuchung der Schnittränder; diese nämlich sind an allen denjenigen Stellen, wo der Schnitt durch die kreisförmigen Figuren hindurchgeht, dem entsprechend ausgeschnitten. Richtet man nun seine Aufmerksamkeit auf die Kanälchen, so sieht man ein jedes derselben seinen Verlauf gegen ein solches kleines Grübchen nehmen. Gemeinhin scheinen die Kanälchen in einiger Entfernung von dem Grübchen aufzuhören, wenn man beide Theile zugleich im Focus hat. Dieses wird aus dem Verlauf der Kanälchen begreiflich; man braucht nur den Focus zu verändern, dann schwindet der entferntere Theil

des Kanälchens, dagegen tritt derjenige Theil deutlicher hervor, welcher unmittelbar in das Grübchen (scheinbare) ausläuft. Fast an einem jeden Präparate werden auch einzelne Kanälchen sichtbar sein, die in ihrem ganzen Verlanf bis zum Grübchen bei einer und derselben Focaldistanz zu verfolgen sind. Hierbei überzeugt man sich zugleich, dass die Kanälchen ohne Veränderung ihres Lumens in die Grübchen, ihre Orificia, endigen. Die anfangs beschriebenen Grübchen sind also die wahren Oeffnungen der Kanälchen; diese Oeffnungen erscheinen uns als Grübchen, weil in einem und demselben mikroskopischen Bilde der kontinuirliche Zusammenhang mit den Kanälchen gewöhnlich nicht hervortritt, und dieses wiederum wird aus der schrägen Stellung der freien Oberfläche des Kugelabschnittchens, so wie aus dem Verlauf der Kanälchen erklärlich. Alles, was über die Vertheilung der kreisförmigen Ringe an der Oberfläche des frischen Nahrungsdotters zu Anfange dieser Mittheilungen bemerkt worden ist, findet nunmehr auch seine Anwendung auf die Endigung der Kanälchen an der Oberfläche der Kugel. Wie die kreisförmigen Ringe oft in Gruppen beisammen liegen, so sieht man auch die Kanälchen gruppenweise endigen. In anderen Fällen wiederum laufen die Kanälchen mehr getrennt von einander gegen die Oberfläche aus. Von diesen natürlichen Verhältnissen in der Vertheilung der Kanälchen an der Oberfläche der Kugel sind gewisse künstliche Gruppirungen zu unterscheiden, die durch chemische Einwirkungen und durch mechanischen Druck etc. auf den Dotter hervorgebracht werden. Nicht selten hat man erhärtete Nahrungsdotter-Kugeln vor sich, die sehr unregelmässige Erhebungen und Vertiefungen auf der Oberfläche besitzen. Diese Formen entstehen erst während der Erhärtung; mit ihnen zugleich ist aber auch ein sehr unregelmässiger Verlauf der Kanälchen gegeben.

Nachdem ich die Bedeutung jener auch an den frischen Dottern sichtbaren Ringe, die sich wie Konturen von lichten Bläschen ausnehmen, dargelegt habe, muss ich noch hinzufügen, dass diese Oeffnungen der Kanälchen bereits von Dr. Aubert gesehen, aber falsch gedeutet und zu anderen, ihnen

ganz fremdartigen Bildungen verwendet worden sind. In den von C. Vogt und nach demselben auch von Aubert (De prima systematis vasorum sangui feror. etc. 1853.) angenommenen Lamina haematogenea (Couche hématogène) beschreibt der Verfasser „cellulas dispersas pellucidas nucleo gaudentes", die nichts anderes als jene Oeffnungen der Kanälchen gewesen sein können, da sie in der bezeichneten Gegend sichtbar sind, und da die Zellen des Embryo, welche zu Blut werden, ursprünglich Kerne enthalten.

Schwieriger zu ermitteln ist die Endigung der Kanälchen im Centrum des Nahrungsdotters. Gleichwohl ist die Entscheidung wichtig, weil danach erst der Verlauf der Kanälchen in toto festgestellt werden kann. Meine Beobachtungen haben mich zu folgenden Resultaten über das centrale Verhalten der Kanälchen geführt.

1. Die Kanälchen besitzen kein normales Ende in der Scheitel-Region. Da die Kanälchen gegen das Centrum der Dotterkugel allmälig sich verdünnen, so kann man nur hoffen, an dünneren Schnittchen sich über die angegebene Thatsache zu unterrichten. Ein solches Querschnittchen aus jener Gegend ist in Fig. 13 d. Tab. III. so dargestellt, wie es bei zweihundertfacher Vergrösserung gesehen wird. Unerachtet der Konvergenz der Kanälchen überwiegt im Präparat die Grundsubstanz, da die Kanälchen in bezeichneter Gegend sich ziemlich bedeutend verdünnt haben. Man beobachtet ferner, dass hin und wieder Kanälchen quer oder auch etwas schräg durchschnitten sind und sich als kreisförmig oder elliptisch begrenzte Lumina darstellen. Wo der Schnitt parallel dem Zuge der Kanälchen fortging, da erscheinen dieselben mit einem mehr oder weniger zugespitzten centralen Ende. Genauere Untersuchung lehrt jedoch, dass dieses Ende nur scheinbar ist; denn man erkennt bei starker Vergrösserung mit Sicherheit, dass das centrale Ende ein gewöhnlich elliptisch begrenztes, offenes Lumen hat. Aus welchen Gegenden und in welchen Richtungen auch die Schnittchen verfertigt werden, überall kehrt dasselbe Bild mit einigen leicht zu begreifenden Veränderungen wieder. — Auch an keiner an-

deren Stelle der Nahrungsdotterkugel, die Oberfläche derselben ausgenommen, werden Endigungen der Kanälchen wahrgenommen.

2. Kein Kanälchen tritt bei seinem Verlauf gegen das Scheitelfeld aus einer Halbkugel in die gegenüberliegende herüber. Diese Thatsache ist leicht an Längs-, Quer- und Horizontal-Schnittchen zu konstatiren und auch aus den beigefügten Abbildungen zu übersehen. Mit besonderer Aufmerksamkeit habe ich darauf geachtet, ob nicht die Kanälchen, gegen das Scheitelfeld sich krümmend, in einer anderen Richtung nach der gegenüberliegenden Halbkugel fortzögen; aber nicht eine einzige hierauf bezügliche Erscheinung liess sich entdecken.

3. Die nach dem Scheitelfeld hinziehenden Kanälchen wenden sich in einer, von der bisherigen Bahn abweichenden Richtung und in einem flachen Bogen, der seine Konvexität der gegenüber liegenden Halbkugel zuwendet, in die Tiefe, um sich dann jeder sicheren Verfolgung zu entziehen. An vielen Stellen scheint es ferner, dass die auf die bezeichnete Weise gebildeten Bogen der Kanälchen gegenüberliegender Halbkugeln theilweise in einander greifen. (Fig. 8 etc.) An mehreren Figuren ist der so eben beschriebene Verlauf der Kanälchen im Scheitelfelde zu erkennen. Um sich von dieser Thatsache zu überzeugen, muss man dickere Schnittchen oder Halbkugeln beobachten und mit dem Focus die Kanälchen von der Scheitelfläche nach der Tiefe verfolgen. Die Menge von Kanälchen, die unter diesen Umständen aus verschiedenen scheinbaren Durchschnittsflächen zu gleicher Zeit in das mikroskopische Bild treten, macht es unmöglich, den weiteren Verlauf der Kanälchen jenseits der bogenförmigen Krümmung zu übersehen.

So weit gehen die sicheren Thatsachen, und es fragt sich nunmehr, ob dieselben ausreichen, um den vollständigen Verlauf der Kanälchen, der sich nun einmal nicht darstellen und verfolgen lässt, festzustellen; meine Antwort fällt bejahend aus. Die Beobachtung hatte gezeigt, dass die Kanälchen keine andere Endigung besitzen, als die an der Oberfläche der

Nahrungsdotterkugel mit freien offenen Mündungen; sie lehrte ferner, dass die Kanälchen im Scheitelfelde nirgend von einem halben Durchschnitt zu dem gegenüberliegenden hinübertreten, sondern mit einem gegen diesen gewendeten, ziemlich flachen Bogen weiter in der Tiefe sich verlieren: unter solchen Umständen bleibt keine andere Wahl als die Annahme, dass die Kanälchen zu derselben Halbkugel, von der sie ausgingen, irgendwo auch wieder zurückkehren. Da der von ihnen gebildete Bogen ziemlich flach ist und der zurückkehrende Schenkel nicht gleichzeitig mit dem centripetalen zu übersehen war, so müssen die zu einem Bogen gehörigen Schenkel verhältnissmässig weit auseinander liegen; daraus lässt sich wahrscheinlich machen, dass die allgemeine Kurve der Kanälchen parabolisch sei. Und weiter geht aus der Untersuchung hervor, dass der Scheitel der Parabel eine andere Richtung verfolgt, als diejenige, welche der eine zu ihr gehörige, grade sichtbare Schenkel innehält; und wir folgern daraus, dass die beiden zusammengehörigen Schenkel eines parabolisch verlaufenden Röhrchens nicht in einer Ebene liegen, sondern wie die zu einer Spirale gehörigen Kreisabschnitte in zwei verschiedenen, hier, wie es scheint, unter einem ziemlich spitzen Winkel im Scheitel zusammentreffenden Ebenen fortziehen. Daraus wird erklärlich, warum die vollständige Bahn eines Kanälchens bei Untersuchung von Halbkugeln sich nicht auf ein Mal übersehen lässt; es wird auch begreiflich, dass es mir bisher bei allen Bemühungen nicht gelingen wollte, ein Schnittchen zu verfertigen, das den ganzen parabolischen Verlauf eines Kanälchens blosgelegt hätte; es stimmt endlich hiermit überein, dass die Kanälchen, wie früher bemerkt wurde, bei ihrem Verlauf in verschiedenen Schichten sich gewöhnlich unter spitzen Winkeln kreuzen.

Der Bau des Nahrungsdotters beim Hecht lässt sich nunmehr nach obigen Mittheilungen in folgenden Worten kurz zusammenfassen.

Die Nahrungsdotterkugel besteht aus einer, im frischen Zustande sehr durchsichtigen, homogenen, eiweissartigen Grundsubstanz von zäher Beschaffenheit, die von zahl-

reichen, im Allgemeinen parabolisch geformten und mit einer wässrigen Eiweisslösung gefüllten Kanälchen oder Röhrchen durchsetzt wird. Die Schenkel der Kanälchen endigen mit offener Mündung frei an der Oberfläche der Kugel, vorn oder hinten, rechts oder links, an der Rücken- oder Bauchfläche derselben. Die Oeffnungen erscheinen daselbst in Form von kreisförmig begrenzten lichten Flecken, die sich auf dem ersten Anblick wie pellucide Bläschen ausnehmen. Die zusammengehörigen Schenkel eines parabolischen Kanälchens verlaufen nicht in einer, sondern in zwei am Scheitel unter einem spitzen Winkel zusammentreffenden Ebenen. Sämmtliche Scheitel der Röhrchen liegen ungefähr im Centrum der Kugel, in der sogenannten Region des „Scheitelfeldes", welches seine grösste Ausdehnung in der Längsaxe, die kleinste in der Horizontalaxe besitzt; oftmals greifen hier die Scheitel gegenüberliegender Kanälchen theilweise in einander. Jedes Kanälchen beginnt an der Oberfläche der Kugel gemeinhin mit den kurzen verdünnten Endstücken, nimmt dann plötzlich an Weite zu, um nach dem Scheitel hin sich allmälig wieder zu verdünnen. Die Grundsubstanz überwiegt daher an Ausbreitung im Scheitelfelde und an der Peripherie der Kugel. Am hinteren Pole des Eies findet sich stets ein kleiner Abschnitt der Dotterkugel vor, in welchem die Röhrchen durch ihre Feinheit ausgezeichnet sind.

Ueber die Entwickelung der Kanälchen habe ich bisher keine Beobachtungen machen können. In Betreff ihres Verhaltens während der Entwickelung des Embryo's kann ich mittheilen, dass sie mit der Verkleinerung des Nahrungsdotters von der Oberfläche her sich verkürzen, dass aber auch noch in einem bis auf ein geringes Quantum verzehrten Dotter[1]) sich Spuren derselben nachweisen lassen.

---

1) Da, wo der Embryo mit den Anlagen des Wirbelsystems auf dem Nahrungsdotter ruht und wo zugleich auch die ersten grossen Gefässstämme verlaufen, wird der Nahrungsdotter frühzeitig schnell verzehrt, so dass der Embryo sehr bald wie in eine Rinne eingebettet liegt.

Einer so auffallenden und merkwürdigen Struktur, wie sie der Nahrungsdotter des Hechteies besitzt, muss auch eine bestimmte Bedeutung nnd Leistung entweder für das zn befruchtende Ei, oder für den sich entwickelnden Embryo zugesprochen werden. Um diese Leistnng festznstellen, gehört unstreitig eine genanere Kenntniss aller der Umstände und Verhältnisse, unter welchen sich die Wirksamkeit der Kanälchen äussert, als wir sie bis jetzt haben. Vor Allem wird es wichtig sein, Fische mit einer ähnlichen Struktur des Nahrungsdotters aufzusuchen, um einerseits das Charakteristische in dieser Struktur beurtheilen zu können, und um anderseits eine nähere Einsicht in die Unterschiede zu gewinnen, welche diese Fischeier während der Befruchtung und Entwickelung vor anderen darbieten. Wenn ich dennoch auf die aufgeworfene Frage jetzt schon mich einlasse, so geschieht es hauptsächlich aus dem Grunde, nm Gesichtspunkte für spätere Untersuchungen anzudeuten. Bei Beantwortung der Frage werde ich zunächst darauf eingehen, was der Nahrungsdotter vermöge seiner Struktur leisten kann nnd dann untersuchen, ob irgend welche Erscheinungen während der Befruchtnng nnd Entwickelung des Hechteies mit diesen Leistungen in Verbindnng zu bringen sind. Der Nahrungsdotter des Hechteies ist seiner Struktur nach ein schwammiger Körper, durchzogen von zahlreichen kapillären Röhren. Vermöge dieser Eigenschaft wird derselbe Flüssigkeit und darinsuspendirte Körperchen in sich anfnehmen und beherbergen. Da die Röhrchen mit Flüssigkeit gefüllt sind, so wird ein anderes Fluidum aus der Umgebung nur dann in sie eintreten, wenn dessen Affinität zn den Wandungen der Röhrchen stärker ist, als die des Inhaltes, oder, wenn der Nahrungsdotter Kontraktilität besitzt, durch welche das Lnmen der Röhrchen erweitert nnd verengt würde. Letzteres ist mir nicht wahrscheinlich. Ich habe zwar früher bemerkt, dass die Oberfläche des Nahrungsdotters nicht selten auffallende Erhebungen und Vertiefungen zeige; allein dieselben sind dann unveränderlich und scheinen daher mit der Bildung des Nahrungsdotters gegeben. Wichtiger ist eine andere Eigenschaft,

die der Nahrungsdotter durch seine Struktur erhält. Es liegt nämlich zu Tage, dass der flüssige Inhalt der Röhrchen durch die offenen Mündungen mit den umgebenden Flüssigkeiten eine Diffusion einleiten wird, dass also Stoffe aus der Umgebung des Nahrungsdotters entfernt, andere an dieselbe abgegeben und allmälig eine Ausgleichung zwischen den sich berührenden Fluida herbeigeführt werden kann.

Die zweite Frage ist nun die, ob und wie diese Leistungen der Kanälchen sich am ganzen Dotter und dem sich entwickelnden Ei zu erkennen geben oder verwerthet sind. Sobald das reife Ei in reines oder saamenhaltiges Wasser gelegt wird, tritt eine Qnantität des letzteren zwischen Dotter und Eihaut, so zwar, dass namentlich die Eihaut zugleich sich auffallend ausdehnt. Diese Erscheinung wird durch die Annahme verständlich, dass zwischen Dotter und Eihaut eine Substanz sich befindet, die eine besondere Affinität zum Wasser besitzt und sich darin leicht löset. Die Kanälchen des Nahrungsdotters mit der Füllungsmasse scheinen hierbei zunächst nicht betheiligt zu sein, da der Nahrungsdotter sonst auffallend sich vergrössern müsste, was nicht der Fall ist, und weil obiges Phänomen auch bei reifen Fischeiern beobachtet wird, deren Nahrungsdotter keine tubuläre Struktur wahrnehmen lässt. Später aber muss sich zwischen dem eingetretenen Fluidum und dem Inhalt der Kanälchen eine Diffusion einleiten und in Folge dessen eine solche Ausgleichung zwischen beiden Fluida erzielt werden, dass, wie bereits mitgetheilt wurde, kein bemerkbarer Unterschied zwischen der Flüssigkeit in der Umgebung des Dotters und dem Inhalte der Kanälchen hervortritt. Durch diese Ausgleichung werden die Kanälchen des Nahrungsdotters mit einem sehr wasserreichen Fluidum gefüllt, und die nothwendige Folge davon ist dann weiter, dass der ganze Dotter, dessen Hauptmasse der Nahrungsdotter ausmacht, spezifisch leichter wird. Und in der That in dieser Beziehung zeigt sich ein Unterschied zwischen den Eiern des Hechtes und denen anderer Fische, welche keine Kanälchen im Nahrungsdotter haben. Der Dotter des Hechteies scheint in dem Flnidnm der Eihaut-Kapsel

mehr zu schwimmen, als auf dem Boden fest zu ruhen; er senkt sich allerdings auf den Boden der Kapsel, wie die Dotter anderer Fischeier, aber während letztere sich fester auf den Boden stützen, ist der Stützpunkt des Hechtdotters äusserst labil; die geringste willkürliche oder unwillkürliche Erschütterung verrückt denselben und ruft schwankende Bewegungen des Dotters hervor. Dieser Umstand ist von grossem Werthe zum Verständniss der sogenannten Rotationen des Hechtdotters, die so vieles Aufsehen gemacht haben, und auf die ich an einem anderen Orte zurückkomme.

Und weiter haben wir zu untersuchen, ob die besprochenen Eigenschaften des tubulären Nahrungsdotters bei der Befruchtung verwerthet und namentlich etwas zur Erleichterung des Kontakts und der Vermischung der Fruchtstoffe beizutragen im Stande sind. Diese Frage muss verneint werden. Eine Unterstützung der Befruchtung in bezeichneter Weise würde wahrscheinlich zu machen sein, wenn der männliche Fruchtstoff durch die Kanälchen auch zur Innenfläche des Bildungsdotters, mit welcher der Nahrungsdotter sich in Berührung befindet, hingelangen könnte. Dieses ist wegen des Verlaufes der Kanälchen nicht gut möglich. Der vom Bildungsdotter anfangs nicht bedeckte Theil des Nahrungsdotters entspricht ungefähr der späteren hinteren Halbkugel des letzteren, und die daselbst offen ausmündenden Kanälchen dringen bekanntlich nicht bis zur gegenüberliegenden Halbkugel vor, die mit dem Bildungsdotter in Berührung steht.

Wenn nun der Dotter von der Umhüllungshaut umwachsen ist und der Nahrungsdotter in die Rumpfhöhle des Embryo aufgenommen wird, so fragt sich endlich auch hier, ob die tubuläre Struktur des Nahrungsdotters von dem sich nunmehr entwickelnden Embryo verwerthet wird. Dieses glaube ich bejahen zu dürfen. Ich gehe hierbei von der Thatsache aus, dass, wo immer der Inhalt der Kanälchen in Berührung mit einem anderen Fluidum geräth, nothwendig Diffusionen sich einstellen werden, sofern die bezüglichen Stoffe Affinität zu einander besitzen, und dass dabei Substanzen aus der Umgebung des Nahrungsdotters theilweise entfernt und in den

Räumlichkeiten der Kanälchen zurückgehalten werden können. Sobald der Nahrungsdotter in die Rumpfhöhle des Embryo aufgenommen ist, befindet er sich in inniger Berührung mit den Leibeswänden und den sich bildenden und gebildeten Organen in der bezeichneten Höhle. Es ist nicht weiter zu bezweifeln, dass von den embryonalen Gebilden daselbst fortwährend Stoffe ausgeschieden werden, und dass daher wenigstens zur theilweisen Entfernung derselben die Kanälchen des Nahrungsdotters beitragen werden. Dieser Umstand oder vielmehr diese Leistung erscheint um so beachtungswerther, wenn man erwägt, dass in der Natur in der auffallendsten Weise auch sonst grade für die Entfernung und Isolirung der Absonderungsprodukte des eng eingeschlossenen Embryo's gesorgt ist. (Amnios, Allantois, Nabelblase.) Gegen diese Leistung des tubulären Nahrungsdotters dürften sich Bedenken erheben, die darauf fussen, dass wahrscheinlich bei sehr vielen Fischen die Entwickelung des Embryo ohne eine solche Vorsorge von Statten gehe. Dieser Einwand kann zwar die nun einmal nicht zu umgehende Leistung der Kanälchen nicht beseitigen, aber er lässt es zweifelhaft erscheinen, ob dieselbe in der Oekonomie der Embryo's beim Hecht besonders verrechnet sei. Um diese Frage zu entscheiden, müsste man die Entwickelungsgeschichte einer grösseren Anzahl von Fischeiern, von welchen ein Theil die Kanälchen im Nahrungsdotter besitzt, ein anderer derselben ermangelt, zum Vergleich vor sich haben und auf diesem Wege übersehen können, ob bei den Fischeiern mit tubulärem Nahrungsdotter eigenthümliche Entwickelungsverhältnisse vorkommen, die sich mit der bezeichneten Leistung ihres Nahrungsdotters in Verbindung bringen lassen. Mir stehen auf der einen Seite die Entwickelungsgeschichte des Hechteies, auf der anderen die mehrerer Cyprinoiden (des Döbels, der Plötze etc.) zum Vergleich zu Gebote. Hiernach glaube ich zwei Erscheinungen aus der Entwickelung des Hechteies zu Gunsten der Ansicht, dass die Kanälchen des Nahrungsdotters in der Oekonomie des sich entwickelnden Embryo's verrechnet seien, namhaft machen zu können. Ich habe nämlich die Beobachtung ge-

macht, dass von den genannten Fischen der Embryo des Hechtes am längsten von der Eikapsel umschlossen bleibt und demgemäss auch am längsten der schädlichen Einwirkung von angehäuften Absonderungsprodukten ausgesetzt sein würde, wenn nicht für eine theilweise Entfernung derselben durch den tubulären Nahrungsdotter gesorgt wäre. Sodann aber ist der Embryo des Hechtes durch Entwickelung eines Gefässnetzes ausgezeichnet, welches sich in der Leibeswand befindet — (es hat keine Beziehung zur Area vasculosa höherer Wirbelthier-Embryonen und steht ausser Verbindung mit dem Darm) — und unmittelbar mit dem Nahrungsdotter in Berührung steht. Das Blut fliesst hier verhältnissmässig sehr langsam, und wie es einerseits Nahrungssubstanz aus dem Nahrungsdotter aufnimmt, wird es auch anderseits Stoffe ausscheiden, die in die Röhrchen diffundiren müssen.

Die Erklärung der hierzu gehörigen Abbildungen befindet sich am Ende des folgenden Aufsatzes.

Ueber die Müller-Wolff'schen Körper bei Fischembryonen und über die sogenannten Rotationen des Dotters im befruchteten Hechteie.

Sendschreiben an den Herrn Geheimen Rath, Prof. Dr. Joh. Müller.

Von

K. B. Reichert.

Schon lange beseelte mich der Wunsch, die Entwickelung der Fische genauer durch eigene Beobachtungen kennen zu lernen, um meine bei anderen Wirbelthier-Klassen gewonnenen Erfahrungen vergleichen und ergänzen zu können. Dieses Frühjahr gab mir endlich die Gelegenheit, die Entwickelung des Hechtes, mehrerer Cyprinoiden (der Plötze, des Döbels, der Aesche) und theilweise auch die des Kaulbarsches zu verfolgen. Die Entwickelung der genannten Fische zeigt eine ausserordentlich grosse Uebereinstimmung mit denjenigen der nackten Amphibien, so weit ich dieselbe bei Fröschen und Tritonen kennen gelernt habe; der Nahrungsdotter der Fische bedingt hier wenigstens keine wesentliche Abweichung. Die grosse Durchsichtigkeit der Embryonen bei den Fischen gestattet die Anwendung des Mikroskops im reichlicheren Maasse, als bei den Fröschen. Dieses wird von besonderem Interesse für die Beobachtung der Blutcirculation. Viel geringeren Nutzen bringt es dem Studium der Blut- und Gefäss-Bildung; denn die grosse Durchsichtigkeit wird sehr leicht zu einem Uebel, wobei es sehr wünschenswerth ist, die Tugend der Entsagung zu üben und nicht mit Nebelgestalten durchsichtige Felder anzufüllen. Ich schlage daher den Gewinn, welchen die so sehr durchsichtigen Embryonen

der Untersuchung gewähren, nicht so sehr hoch an und möchte vielmehr behaupten, dass Manches in der Entwickelung der Fische demjenigen unverständlich bleibt, der sich nicht zuvor mit den Entwickelungserscheinungen bei den Fröschen vertraut gemacht hat, bei denen man mit den günstigsten Erfolgen die Lupe anwenden, und die man präpariren kann. Wohl täglich habe ich Gelegenheit, mich dankbar der ersten Studienjahre zu erinnern, in welchen ich gerade durch Sie auf den grossen Werth anatomischer Untersuchungen mittelst der Lupe aufmerksam gemacht wurde, und bedauere es daher um so mehr, dass dergleichen Forschungen, die zugleich den besten Grund für mikroskopische Beobachtungen legen, zum Nachtheil der morphologischen Wissenschaften heut zu Tage so oft vernachlässigt werden. Die aus meinen Studien über die Entwickelung der Fische gewonnenen Resultate gedenke ich an einem anderen Orte zu veröffentlichen, und beschränke mich gegenwärtig auf einige Mittheilungen über die Müller-Wolff'schen Körper und über die sogenannte Rotation des befruchteten Hechteidotters.

I. Die Müller-Wolff'schen Körper der Fische.

(Hierzu Fig. 5—9 der Taf. IV.)

Es sind jetzt 26 Jahre, als Sie im Meckel'schen Archiv für Anat. und Physiol. (1829, p. 65) und ein Jahr später in Ihrer „Bildungsgeschichte der Genitalien“ (p. 8 sqq.) die Existenz der Wolff'schen Körper oder sogenannten Urnieren bei Fröschen, Kröten und Salamandern nachwiesen. Schon damals sprachen Sie die Vermuthung aus, dass die Urnieren wahrscheinlich an derselben Stelle, an welchen sie von Ihnen bei den nackten Amphibien entdeckt waren, auch bei Fischembryonen vorkommen würden, da sie bei allen übrigen Klassen der Wirbelthiere vorgefunden seien. Die Entwickelung der Fische ist seitdem von den ausgezeichnetsten Embryologen, unter welchen ich namentlich K. E. v. Bär und H. Rathke nenne, studirt worden, ohne dass sich Ihre Vermuthung bestätigte. Als nun endlich die neuesten mir bekannten und ausführlichen Untersuchungen über die Entwickelung

der Fische von C. Vogt (Embryologie des Salmones) keine Bestätigung Ihrer Vermuthung brachten, so hatte sich wohl ziemlich allgemein die Ansicht befestigt, dass die bleibenden Nieren der Fische den embryonalen Nieren oder Wolff'schen Körpern der übrigen Wirbelthiere gleichzustellen seien. Um so erfreulicher ist es mir, Ihnen die Mittheilung machen zu können, dass die Urnieren bei den von mir untersuchten Fischen in frühester Zeit der Entwickelnng wirklich vorhanden sind; dass sie sich genau an derselben Stelle vorfinden und von derselben Struktur sind, wie die von Ihnen entdeckten Wolff'schen Körper bei den nackten Amphibien, dass sie endlich später verschwinden, und dass demnach die bleibeuden Nieren der Fische den bleibenden Nieren der übrigen Wirbelthiere entsprechen. Ich wurde auf die Müller-Wolff'schen Körper der Fischembryonen zuerst durch das Ende ihres gemeinschaftlichen Ansführungsganges aufmerksam gemacht. Es zeigt sich dasselbe, wie bei den nackten Amphibien, sehr frühzeitig in dem Einschnitte zwischen der embryonalen Bauch- und Schwanzflosse, wo später hintereinander die beiden äusseren Oeffnungen für den Darmkanal und für die Harn- nnd Geschlechtswerkzeuge sichtbar sind. Anfangs aber fehlt, wie bei den nackten Amphibien, noch jede Spur des Darmkanals und der Leber; die Circulation im Gefässsystem hat dann eben begonnen. Es hat lange gewährt, bevor ich zu meinem Ziele, das ich durch sechs Wochen hindurch täglich mit der festen Ueberzeugung, es zu erreichen, verfolgt, auch schliesslich unzweifelhaft gelangte.

Meine Bemühungen, die ersten Anlagen der Müller-Wolff'schen Körper mit ihren Ausführungsgängen, wie sie durch Sonderung aus dem Bildungsdotter hervorgehen, in toto wahrzunehmen, sind bisher gescheitert. C. Vogt, der zwar den gemeinschaftlichen Ausführungsgang der Müller-Wolff'schen Körper gesehen und denselben Ureter genannt hat, dem aber die Drüse selbst unbekannt geblieben ist, beschreibt gleichwohl ausführlich die erste Anlegung der bleibenden Niere der Fische unmittelbar aus dem Bildungsdotter, obschon die bleibende Niere ursprünglich nicht vorhanden ist und über-

haupt nicht unmittelbar aus dem Bildungsdotter hervorgeht (a. a. O. p. 177—180). Der Verfasser lässt den Bildungsdotter unter der Wirbelsäule in zwei über einander liegende Schichten sich trennen, von welchen die untere znm Darm, die obere vorn und hinten anschwellende Schicht zur bleibenden Niere sich verwandelt. (Vgl. Fig. 136. 140 etc.) Dann bildet sich zuerst deutlich der Ureter (Ausführungsgang der Wolff'schen Körper) aus, dessen wenig erweiterte Stelle dicht über der Urogenital-Oeffnung mit der Allantois (!) verglichen wird, obgleich das wichtigste Kriterium für die Allantois die Vasa umbilicalia sind. An dem Ureter bilden sich aus den restirenden Zellen des Bildungsdotters die bleibenden Nieren, deren lockere Zellen anfangs von dem vorbeiströmenden Blut der wandungslosen (?) Aorta öfters mitgerissen werden sollen.

Bei den von mir untersuchten Fischembryonen, welche, bei Vergleichung der Mittheilungen und Zeichnungen C. Vogt's aus der Entwickelung des *Coregonus Palaea* mit dem, was ich bei ihnen sehen konnte, sich keineswegs ungünstiger für Beobachtungen verhalten können, liess sich die erste Anlage der Müller-Wolff'schen Körper mit ihren Ausführungsgängen in toto, wie ich bereits bemerkt habe, nicht mit Sicherheit verfolgen. Bei Froschembryonen genügt es, die Umhüllungshaut abzutrennen, und die erste Anlage, grade so, wie sie durch Sonderung unmittelbar aus dem Bildungsdotter hervorgeht, liegt offen zu Tage. Mit Leichtigkeit kann die Anlage mit der Lupe und nach der Präparation mit dem Mikroskop beobachtet werden. Bei den Fischembryonen sind die Verhältnisse viel ungünstiger, weil die Masse des Bildungsdotters sehr gering ist, weil die Bildungsdotterzellen wegen der Durchsichtigkeit sich sehr leicht der Beobachtung entziehen, weil ferner die ganze Bauchhöhle von dem voluminösen Nahrungsdotter erfüllt ist, und endlich, weil grade an der Stelle, wo die Anlage des eigentlichen drüsigen Theiles der Müller-Wolff'schen Körper sichtbar sein sollte, zu gleicher Zeit die Anlage der Brustflosse hervorwuchert. Ueber die Gegend, wo die Müller-Wolff'schen Körper als Anlagen aus dem Bildungsdotter sich absondern müssen, kann freilich nicht der

mindeste Zweifel obwalten; es müssen sich dabei die Bildungsdotterzellen betheiligen, welche unter der Wirbelsäule zu beiden Seiten der Aorta und oberhalb desjenigen Theiles der Bildungsdottermasse gelagert sind, der später sich in den Darm und in die Leber verwandelt. Wird diese Gegend bei der Seitenlage des Embryo mit dem Mikroskop beobachtet, in welchem Falle, wie Vogt hinzufügt, die Anlagen der Müller-Wolff'schen Körper im Profil zur Ansicht treten würden, dann verdeckt der starke Schattenwurf an der Berührungsfläche des Nahrungsdotters und des Wirbelstamms die dünne Bildungsdotterschicht fast vollständig und lässt keine genaue Untersuchung zu. Die Gegend ist daselbst so dunkel, dass die Aorta mit ihrem Blutstrom beim Beginn der Circulation, wenn die Blutkörperchen noch rar und wenig gefärbt sind, gemeinhin gar nicht erkannt wird. Wo aber der Blutstrom bei Fischembryonen auch sichtbar sein mag, stets finde ich das Blut in bestimmt begrenzten Bahnen in Bewegung; nirgends, auch nicht in der Aorta, werden aus der Umgebung der Blutbahnen Zellen abgelöset und in den Blutstrom mit hineingezogen. Der Irrthum, dass das Blut bei Fischembryonen anfangs in nicht fest begrenzten Bahnen sich bewege, rührt wahrscheinlich daher, dass das Blut beim Beginn der Circulation und seltenem Herzschlage häufig in den weiten Gefässräumen stockt, dass dann die Blutkörperchen daselbst in auffallendem Maasse sich anhäufen, und später bei kräftigeren und häufigeren Herzschlägen wieder allmälig in den Strom hineingezogen werden. Nur auf diesem Wege weiss ich mir die Angaben C. Vogt's über die ersten Anlagen der bleibenden Nieren zu erklären. An zwei Stellen habe ich ziemlich frühzeitig schon die Müller-Wolff'schen Körper auffinden können, nämlich vorn, wo sich die eigentliche Drüse befindet, und hinten, wo der gemeinschaftliche Ausführungsgang beider Ductus excretorii im Halbbogen sich nach abwärts wendet und im Porus urogenitalis öffnet. Hier sieht man kurz vor dem Erscheinen der Hohlgänge Anhäufungen von wuchernden Bildungsdotterzellen sich markiren. Die Anhäufung von Bildungsmaterial ist aber hinten zu unbedeutend

und vorn stört wiederum die Anlage der Brustflosse. Sehr lange habe ich gezweifelt, ob die am letztern Orte markirte Stelle auch auf die Anlage der Müller-Wolff'schen Körper zu beziehen sei, da an demselben Orte auch die Brustflosse hervorwächst. Der weitere Fortgang der Entwickelung lösete alle Zweifel, da nach innen und hinten der Brustflosse die Drüsenkanälchen erkannt wurden.

Zur Erläuterung der Lage, allgemeinen Form und Struktur der Müller-Wolff'schen Körper und der Ausführungsgänge habe ich einen kleinen Döbel (Cyprin. Dobula) gewählt, der bereits seit mehreren Tagen die Eihüllen durchbrochen hatte, dessen Nahrungsdotter bereits verzehrt ist, und dessen Primitivorgane in der ersten Entwickelungsform bereits vollendet vorliegen. Das Fischchen hatte eine Länge von 9 mm., eine Höhe von etwa 1 mm. und ist in Fig. 5 der Tafel IV. bei etwa 40facher Vergrösserung gezeichnet, wobei zur Vereinfachung der Zeichnung die Gefässe und die linear zu den Seiten und auf dem Rücken angeordneten Pigmentflecke weggelassen sind. Auch die Figuren 6, 7, 8 und 9 beziehen sich auf dieses Stadium der Entwickelung. Der eigentlich drüsige Theil der Urnieren liegt jederseits unmittelbar hinter der Wurzel der Brustflosse, die in der Zeichnung nach vorn übergelegt ist, ferner unterhalb desjenigen Theiles des Wirbelsystems, welcher von obenher die Rumpfhöhle deckt (Fig. 8), desgleichen zu beiden Seiten der Cardia des Magens (Fig. 7) und endlich oberhalb der Leber und rechterseits auch oberhalb der ausserordentlich grossen Gallenblase (Fig. 5, 6, 8)[1]) An der inneren und unteren Fläche zieht jederseits der Ductus Cuvieri zum Vorhof

1) Die Gallenblase war bei den von mir untersuchten Fischen sehr frühzeitig zu beobachten, sobald nur die Leber in den Umgrenzungen klarer hervortritt. Die von C. Vogt in Fig. 87, 88, 89, 91 etc. gezeichneten Fischchen befinden sich so ziemlich in demselben Entwickelungsstadium, wie das von mir abgebildete Fischchen; sie sind sogar noch älter. Gleichwohl soll an ihnen nach dem Verfasser keine Gallenblase vorzufinden gewesen sein, wogegen bei diesen Fischen ein grosser Oeltropfen gezeichnet und beschrieben ist, der die Leber mehr von vorn und unten begrenzt. Eine Verwechselung der Gallenblase

des Herzens; beide Wolff'schen Körper werden durch die Aorta von einander getrennt (Fig. 8). In der bezeichneten Lage sind die Urnieren schon äusserlich mit der Lupe zu erkennen, sobald die gewöhnlich sie verdeckenden Brustflossen entfernt werden; sie markirten sich alsdann jederseits durch eine längliche Erhabenheit, die öfters durch zahlreichere Pigmentflecke ausgezeichnet ist. Die Müller-Wolff'schen Körper haben eine abgeplattete rundliche Form, die nach hinten in den Ausführungsgang ausläuft. Der grösste Durchmesser betrug bei dem in Rede stehenden Fischchen etwa $^1/_{12}$'''. Mit Hilfe des Mikroskops erkennt man deutlich die Drüsenkanälchen, die in Form von Schlingen oder Schleifen rosettenartig um den nach hinten hervortretenden Ausführungsgang angeordnet sind. Sie haben eine bedeutende Breite; bei gelindem Druck beträgt der Durchmesser etwa $^1/_{50}$'''. Man unterscheidet an ihnen die Tunica propria, welche von rundlichen, $^1/_{110}$''' grossen Drüsenzellen ausgekleidet wird. Beim Druck auf die Drüse lösen sich die Schleifen auf, und man erhält einen längeren Gang, so dass es mir wahrscheinlich wurde, es möchten sehr viele, wo nicht alle Schlingen durch Windungen eines einzigen Kanälchens gebildet sein. Erweiterte Stellen der Drüsenkanälchen, sowie parenchymatische oder gesondert und isolirt liegende Glomeruli, wie bei den nackten Amphibien, habe ich nicht auffinden können. Die Ausführungsgänge der Urnieren stellten sich als eine nur wenig erweiterte Fortsetzung der Drüsenkanälchen selbst dar, die sich nach hinten aus dem Knäuel derselben gleichsam herauswindet. Sie lassen sich in ihrem Verlaufe zu beiden Seiten der unter dem Wirbel-

---

mit einem Oeltropfen ist leicht möglich, aber auch umgekehrt. Auf die mehr vorgerückte Lage des Oeltropfens ist bei der Unterscheidung wenig Gewicht zu legen, da die Gallenblase, namentlich um die Zeit, wenn noch etwas Nahrungsdotter daselbst vorhanden ist, sehr leicht in ihrer Lage verändert wird, und häufig genug mehr vor die Leber hingedrängt erscheint. Am sichersten wird man durch Durchschnitte sich vor Verwechselungen bewahren, und in Grundlage von Beobachtungen an Durchschnittchen habe ich die Deutung des fraglichen Körpers an den von mir gezeichneten Fischchen gemacht.

stamm fortziehenden Blutgefässe noch ziemlich deutlich bis in die Gegend der Schwimmblase verfolgen (Fig. 5 und 6), dann entziehen sie sich der Beobachtung in Folge des starken Schattens, den die mit Luft angefüllte Schwimmblase macht. Auch hinter der Schwimmblase sind die gesondert verlaufenden Ausführungsgänge der Urnieren gewöhnlich nicht deutlich zu sehen, indem die Blutgefässe hier störend einwirken. Dagegen tritt immer der schon früher erwähnte, gemeinschaftliche Theil (a) beider Ausführungsgänge markirt genug hinter dem Rectum hervor. Es war meine Absicht, durch Beobachtung von Querdurchschnittchen des Embryo dasjenige über den Verlauf der Ausführungsgänge zu ergänzen, was bei seitlicher Betrachtung desselben nicht wahrzunehmen war. Zwei von diesen Querschnittchen sind in den Abbildungen (Fig. 8 uud 9) wiedergegeben. Der Querschnitt in Fig. 8 hat auf der rechten Seite mehr die Urniere selbst, auf der linken dagegen die Gegend, wo sich der Ausführungsgang entwickelt, getroffen. Die Fig. 9 giebt die Zeichnung eines mehr nach hinten gelegenen Querschnittes, der so ziemlich mitten durch die Schwimmblase ging. Man sah zwischen Schwimmblase und Wirbelstamm nur Andeutungen der Lumina von durchschnittenen Blutgefässen nnd Ausführungsgängen der Müller-Wolff'schen Körper. Zugleich aber konnte man sich auf das Unzweideutigste überzeugen, dass die später bleibenden Nieren noch gar nicht vorhanden sind.

Ueber das weitere Schicksal der Müller-Wolff'schen Körper und über die Entstehung der bleibenden Niere habe ich keine umfassenden Beobachtungen anstellen können. Meine Fischchen sind sämmtlich vor dem Auftreten der bleibenden Niere zu Grunde gegangen. Kleine von mir eingefangene Fischchen von etwa 14 mm. Länge, die wahrscheinlich zu den Cyprinoiden gehörten, hatten bereits die bleibenden Nieren mit schon sichtbaren Kanälchen angelegt. An der Stelle der Urnieren befand sich eine röthlich braune, körnige Masse, in welcher unter einer Menge von körnigen Zellen und Zellenrudimenten neben vielen Fetttröpfchen auch noch ein Drüsenkanälchen der Urniere durch Druck sichtbar zu machen war.

Bei Fischchen von 18 mm. Länge lag an derselben Stelle zu den Seiten der Cardia eine ähnliche röthlich-braune, zuweilen auch ins Gelbe (Fett) übergehende Masse, welche, wie ich glaube, neuerdings für die Thymus gehalten worden ist; Drüsenkanälchen waren in ihr nicht mehr vorzufinden. Die bleibenden Nieren waren vollständig ausgebildet, von der Grösse abgesehen. Jedenfalls ergiebt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen, dass die Urnieren ziemlich schnell und zeitig hinschwinden; denn meine selbst erzogenen Fischchen erreichten bereits eine Länge von 11 mm. und hatten etwa 14 Tage nach dem Auskriechen bei mir gelebt. Da die Fischchen sehr schnell wachsen, so würden sie vielleicht schon nach wenigen Tagen die Grösse erlangt haben, bei welcher ich bereits an freien Fischchen die angelegte, bleibende Niere vorfand.

II. Die sogenannten Rotationen des Dotters im befruchteten Hechtei.

Die erste Beobachtung über die sogenannten Rotationen des befruchteten Hechtdotters hat Rusconi gemacht, der sie etwa 30 Stunden nach der Befruchtung bemerkte und die Ursache der Bewegung in der Anwesenheit von Cilien an der Oberfläche des Dotters suchte (d. Arch. 1840. p. 187). Ausführlicher hat Aubert die Bewegungen besprochen (Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. V. p. 96 und 97). Der Verfasser bemerkt ganz richtig, dass die sog. Rotationen bald, schon 2—3 Stunden nach der Befruchtung sichtbar werden und sich noch mehrere Tage während der Entwickelung des Embryo wahrnehmen lassen, bis sie endlich in Folge der Bewegungen des letzteren sehr unregelmässig werden und gänzlich aufhören. Indem Aubert die Bahn der Bewegung an den mit Hilfe des Fadenkreuzes fixirten Oeltröpfchen verfolgte, gelangte er zu dem Resultat, dass dieselbe bald elliptisch, bald kreisförmig, bald unregelmässig viereckig sei, anfangs in fünf Minuten, später in zwei, drei Minuten, schliesslich (am vierten Tage der Entwickelung) wieder nur in sechs Minuten absolvirt werde. Niemals konnte die Beschreibung eines grössten Kreises beobachtet werden, so verschieden gelegene Punkte auch fixirt

wurden. Zuweilen, namentlich in späterer Zeit, beschrieben die Oeltröpfchen unregelmässige Spirallinien. Cilien hat Aubert nicht gesehen. Inzwischen ist der Verfasser der Ansicht, dass doch wahrscheinlich solche Cilien die Ursache der Bewegung seien, da Bischoff Cilien am Dotter des Kanincheneies beobachtet habe und auch bei vielen anderen Thieren die Rotationen der Embryonen durch Cilien bewirkt würden.

Aubert hat sich über den Modus der Bewegung des Hechtdotters nicht näher ausgelassen. Er nennt die Bewegung eine Rotation, offenbar deshalb, weil er sie mit den Rotationsbewegungen von Embryonen parallelisirt hat, die auf ihrer Oberfläche mit Cilien versehen sind. Eigentliche Rotationsbewegungen erfolgen entweder um ein inneres Centrum, um eine Axe des rotirenden Körpers, oder sie werden auf ein ausserhalb gelegenes Centrum bezogen. Dass die Bewegungen des Hechtdotters nicht zu den ersteren Rotationsbewegungen zu rechnen seien, dafür hat Aubert selbst die ganz richtige Beobachtung beigebracht, dass nämlich die Oeltröpfchen nirgends einen grössten Kreis in ihrer Bahn beschreiben. Den Schein einer Rotation um ein ausserhalb gelegenes Centrum gewähren die Bewegungen der mit Cilien versehenen Embryonen, wie z. B. der Schneckenembryonen, die in ihrer geräumigen Höhle in ungefähr kreisförmigen oder elliptischen Bahnen umherschwimmen. Dass an dem zellenlosen Hechtdotter vor Beginn des Furchungsprozesses Cilien vorhanden seien, ist eine Annahme, zu welcher man sich kaum verstehen kann. Auch an den Furchungskugeln des Hechteies, sowie anderer Eier sind bisher keine Cilien beobachtet worden. Indessen könnte der Hechtdotter in seiner freilich sehr engen Höhle aus anderen Ursachen in eine schwimmende Bewegung gerathen, und der Umstand, dass seine Bahn nicht selten Winkel (Rechteck) mache, dadurch erklärt werden, dass der Dotter an die Eihülle anstosse und abpralle. Aber die Dotterkugel des Hechteies schwimmt nicht in dem Fluidum des sehr bewegten Binnenraumes der Eihülle. Wenn man ein Hechtei mit der Lupe betrachtet, so überzeugt man sich bald, dass die Dotterkugel sich nicht über dem

mässig abgeplatteten Boden der Eihülle erhebt, sondern auf demselben ruht. Desgleichen ist der Raum, welchen das Oeltröpfchen bei der Bewegung des Dotters durchwandert, oft bedeutend grösser, als der Spielraum beträgt, der für die Bewegungen der ganzen Dotterkugel in der engen Eihülle dargeboten wird. Die Bewegungen des Hechtdotters sind also auch keine Rotationsbewegungen in dem letzteren Sinne.

Um nun den Modus der Bewegungen des Hechtdotters genauer zu bestimmen, muss ich näher auf die Erscheinungen bei der Bewegung eingehen. Der Bildungsdotter nimmt im Allgemeinen stets die oberste Stelle der Dotterkugel ein, aber die Ebene, unter welcher er sich dem Beobachter bei den Bewegungen des Dotters entgegenstellt, ist eine verschiedene. Der Bildungsdotter nämlich neigt sich regelmässig ganz allmälig nach abwärts in der Richtung, welche die sich stets gradlinig bewegende Dotterkugel eingeschlagen hat. Dabei nähert er sich der elastischen Eihülle und berührt dieselbe entweder unmittelbar, oder es geschieht dieses durch einen anderen, mehr hervortretenden Theil der Dotterkugel. Darauf tritt momentan ein Stillstand ein, und die Bewegung der Dotterkugel kann in einfachster Weise wieder in dieselbe oder doch nahe zu derselben gradlinige Bahn zurückkehren, wobei sich der Bildungsdotter wieder ganz allmälig erhebt, seinen höchsten Punkt erreicht, um auf die entgegengesetzte Seite sich abwärts zu neigen und sich dem entgegengesetzten Pole zu nähern. Die hier stattfindenden Erscheinungen an der sich bewegenden Dotterkugel sind dann dieselben, wie vorhin. In vielen anderen Fällen geht die Bewegung der Dotterkugel nicht in derselben Richtung zurück, sondern in einer anderen aber immer gradlinigen und zwar auf zweifache Weise. Entweder bildet die neue Richtung einen einfachen Winkel mit der vorausgegangenen, oder die Dotterkugel schlägt die neue Richtung mit einer kleinen drehenden Bewegung ein; die Neigungen des Bildungsdotters bei Fortgang der Bewegung bleiben dieselben. Wirkliche kreisförmige oder elliptische Bahnen habe ich nicht beobachtet; die Hauptrichtungen in der Bewegung sind immer gradlinig, aber der Wechsel der Rich-

tungen, nach erfolgter Berührnng der Dotterkugel mit der Eihülle, kann gleichfalls unter einem Winkel oder zugleich mit einer kleinen drehenden Bewegung vor sich gehen. Die Bahn der Bewegung ist also eine einfache Linie, wenn der Dotterkugel sich nur in einer Richtung hin und her bewegt, oder sie beschreibt eckige Fignren, deren Winkel durch die bezeichnete drehende Bewegung an der Berührungsstelle die Dotterkugel mit der Eihülle gleichsam abgerundet wird, in Folge dessen der Schein einer kreisförmigen, elliptischen etc. Linie hervortreten kann.

Aus den mitgetheilten Erscheinungen ergiebt sich wohl unzweideutig der Modus der Bewegungen der Dotterkugel des Hechteies. Die Dotterkugel wälzt oder rollt sich nach irgend einer Richtung auf dem Boden der Eihülle; es kommt aber nicht zu einer vollkommenen Rotation, sondern die rollende Bewegung wird unterbrochen durch die Berührung der Dotterkugel mit der sehr elastischen Eihülle, in Folge dessen die Dotterkugel abgestossen wird und ihre rollende Bewegung nach einer anderen Richtung fortsetzt, bis sie in derselben Weise auch darin unterbrochen wird, und so fort. Bei Ermittelung der Ursachen dieser Bewegung müssen natürlich zwei Momente auseinander gehalten werden: nämlich das Schwanken und Rollen der Dotterkugel auf dem Grunde der Eihüllen-Kapsel, und die Richtung der Bewegungen und der Oscillationen, nachdem die Dotterkngel zu schwanken und sich zu rollen begonnen hatte. Das letztere Moment in der Bewegung der Dotterkugel bietet keine Schwierigkeiten für die Beurtheilung der Ursachen; denn es liegt zu Tage, dass die Richtung, in welcher die sich wälzende Kugel bewegt wird, ganz und gar abhängig ist von dem Winkel, unter welchem der, die sehr elastischen Eihüllen berührende Theil der Dotterkugel anschlägt und abgestossen wird. Eine genaue Berechnung dieser Richtungen im speziellen Fall ist nicht ausführbar, da sich die Form der Eikapsel, besonders aber der Dotterkugel, welche oft mehr einem gestreckten Sphäroid gleicht und nicht selten Erhebungen auf der Oberfläche besitzt, nicht bestimmen lassen. Die zweite Frage betrifft

die Ermittelung der Ursachen, durch welche die Dotterkugel in die rollende Bewegung verfällt. Alles, was den Schwerpunkt der Dotterkugel verrückt, giebt offenbar die Veranlassung zu einer rollenden Bewegung derselben. Dieses kann theils dadurch geschehen, dass in der Kugel selbst die Masse sich anders um den bisherigen Schwerpunkt, der unterstützt war, vertheilt, theils dadurch, dass von aussen her irgend ein Anstoss auf die Kugel erfolgt. Zu Verrückungen des Schwerpunktes auf die zuerst bezeichnete Weise bietet die Entwickelung des Bildungsdotters schon beim Beginn des Furchungsprozesses hinlängliche Gelegenheit dar. Aber auch äussere Veranlassungen, Erschütterungen, Stösse sind kaum zu vermeiden, und die Wirkung derselben auf die Schwankungen der Dotterkugel des Hechteies habe ich öfters beobachtet, habe selbst willkürlich durch Stösse an das Ei die Bewegungen beschleunigen, die Richtung derselben theilweise bestimmen können. Man kann jedoch mit vollem Recht fragen, warum die befruchteten Dotterkugeln anderer Fische, die auch ziemlich frei und umgeben von Flüssigkeit in der Eihülle liegen, bei denen ferner dieselben Veranlassungen für Verrückung des Schwerpunktes vorhanden sind, in solche Oscillationen nicht, wenigstens nicht so leicht und so anhaltend verfallen? Hier ist nun der Ort auf die eigenthümliche, von mir aufgefundene, tubuläre Struktur hinzuweisen, durch welche der Nahrungsdotter des Hechteies vor anderen Fischeiern sich auszeichnet. Durch die mit dem Fluidum der Umgebung gefüllten Röhrchen des Nahrungsdotters muss das spezifische Gewicht der Dotterkugel in ihrem Medium geringer ausfallen, als wenn bei demselben Volumen die Röhrchen fehlen, und eiweissartige Substanz ihre Stelle einnimmt. Im letzteren Falle befinden sich die Dotterkugeln derjenigen Fische, bei welchen gewöhnlich keine anhaltenden Bewegungen beobachtet werden; die Dotterkugeln ruhen fester auf dem Grunde, der Schwerpunkt ist nicht so leicht zu verrücken. Anders ist es beim Hechteie. Die Unterstützung der Dotterkugel ist bei dem geringen, spezifischen Gewicht so leicht veränderlich, sie ist so labil, dass die geringsten Veranlassungen den Schwer-

punkt zu verrücken im Stande sind. Ist dann einmal die Dotterkugel im Rollen begriffen, so wird unter den bezeichneten Umständen durch die fortdauernden Stösse von Seiten der sehr elastischen Eihülle die Bewegung auch leicht sich unterhalten lassen.

Aus den Mittheilungen über die Bewegung des Dotters im befruchteten Hechteie geht hervor, dass dieselbe von ganz anderer Natur ist, als die Rotation der mit Cilien versehenen Embryonen, obgleich beide Kategorien von Bewegungen gewöhnlich bisher zusammengeworfen wurden, und was bei der letzteren beobachtet war, gemeinhin ohne genügende Prüfung auch für die erstere gelten musste. Die Bewegungen des Dotters im befruchteten Hechteie, welche zur ersten Kategorie gehören, können, wie sich gezeigt hat, schon vor dem Furchungsprozess beginnen; es sind Oscillationen, die durch Verrückung des Schwerpunktes der leicht beweglichen Dotterkugel entstehen. Wahrscheinlich gehören hierher auch die von Th. Bischoff beobachteten Bewegungen des Dotters im befruchteten Kanincheneie, die nach des Verfassers Angabe vor dem Furchungsprozess, also vor der Anwesenheit von Zellen im Bildungsdotter auftreten sollen. Bis jetzt habe ich diese Bewegung am Dotter des Kanincheneies nicht beobachtet, und sie mag vielleicht, da auch Bischoff sie nur einmal gesehen, eine kurz vorübergehende Schwankung der Dotterkugel sein. Bischoff hatte hier gleichfalls Cilien an der Oberfläche der Dotterkugel unterscheiden wollen; inzwischen sind meine schon vor 12 Jahren geäusserten Bedenken dagegen hinlänglich gerechtfertigt. Zur zweiten Kategorie von Bewegungen gehören die schon längere Zeit bekannten Rotationen der mit Cilien versehenen Embryonen. Diese können erst dann auftreten, wenn Zellen, die die Cilien tragen, sich aus dem Bildungsdotter gebildet haben. Eine solche Bewegung kann nicht vor dem Furchungsprozess beginnen; auch ist noch nicht beobachtet, dass die Furchungskugeln Cilien entwickeln; ihr Auftreten fällt daher in die Zeit nach dem Furchungsprozess, wenn sich der Keim mit einer aus Flimmerzellen bestehenden Hülle umgiebt. Ob übrigens die

durch die schwingenden Cilien eingeleiteten Bewegungen der Embryonen zu wirklichen oder scheinbaren Rotationen führen, das hängt von mancherlei Umständen ab, auf die ich hier nicht näher eingehen will.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. II. und III.

Die Figuren 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 sind bei 40facher, die Figuren 2 und 5 bei 100facher, die Fig. 11, 12, 13 bei 200facher Vergrösserung gezeichnet. Es ist ferner in der Figur 1—10 mehr auf den optischen Ausdruck der Struktur des Nahrungsdotters im Hechtei, wie dieselbe bei durchfallendem Lichte und bei der bezeichneten Vergrösserung sich zu erkennen giebt, als auf den, obigen Vergrösserungen entsprechenden Umfang der Nahrungsdotterkugel Rücksicht genommen.

Allgemeingültige Bezeichnungen.

v. Vorderer Abschnitt des Nahrungsdotters.
h. Hinterer Abschnitt des N.
r. Rechte Seitenhälfte d. N.
l. Linke Seitenhälfte d. N.
o. Ober- oder Rücken-Hälfte d. N.
u. Untere oder Bauchhälfte.
s. Scheitelfeld der Kanälchen.
f. Region der feineren Streifung und feineren Kanälchen im N.
k. Oeltröpfchen.
h. Nahrungsdotterkugel.
z. Die oberflächliche Schicht der Nahrungsdotterkugel, welche bei schwächerer Vergrösserung meist streifenlos erscheint.

Taf. II. Fig. 1. Ansicht der Schnittfläche eines befruchteten Hechteies beim Beginn des Furchungsprozesses. Das Ei ist wahrscheinlich in der Richtung der Längsaxe senkrecht durchschnitten; nähere Bezeichnungen der einzelnen Regionen des Nahrungsdotters sind um diese Zeit noch nicht möglich.

a. Bildungsdotter.
k. Die zahlreich zwischen Bildungs- und Nahrungsdotter angehäuften Oeltröpfchen.

Fig. 2. Ansicht der freien Fläche eines hinteren Kugelsegments vom Nahrungsdotter. Hier und da liegen Oeltröfchen darauf, die in ihrer Form und in ihrem mikroskopischen Habitus in Folge von Zersetzung durch die Erhärtungsmittel verändert worden sind. Die Zeichnung ist so gemacht, dass besonders auch die in der Tiefe des Präparates sich zeigenden, scheinbaren Durchschnitte der Kanälchen, so

wie die Konvergenz der Kanälchen nach dem Scheitelfelde hin hervortreten.

Fig. 3. Ansicht von der Schnittfläche desselben Kugelsegments. Der Schnitt ist in Richtung der Queraxe senkrecht etwa durch die Mitte des Nahrungsdotters geführt. Auch hier sind zahlreiche, theils wirkliche, theils scheinbare Durchschnitte der Kanälchen sichtbar.

Fig. 4. Ansicht von der freien Fläche des vorderen Kugelsegmentes von einem Nahrungsdotter, auf welchem ein in der Entwickelung schon ziemlich vorgeschrittener Embryo, — die Bläschen für die inneren Theile des Bulbus oculi waren deutlich zu unterscheiden — sich befand. In der Mitte der Figur markiren sich zum Theil wirkliche Oeffnungen, zum Theil nur scheinbare Durchschnitte von Kanälchen.

b. Eine längliche Vertiefung auf der oberen Fläche des Nahrungsdotters, worin der Embryo, hier das Kopfstück, lag.

Fig. 5. Ansicht von der freien, unteren Fläche des Nahrungsdotters. Auch bei dieser Zeichnung ist vorzugsweise der in der Tiefe sichtbare Zug der Kanälchen nach dem Scheitelfelde hin berücksichtigt.

Fig. 6. Ansicht von der Schnittfläche des unteren Kugelsegmentes, dessen freie Fläche in Fig. 5 dargestellt st. Der Schnitt ist horizontal durch die Mitte der Nahrungsdotterkugel geführt. Das Scheitelfeld erstreckt sich ziemlich weit nach vorn hin; in ihm zeigen sich die Lumina von mehreren durchschnittenen Kanälchen.

Fig. 7. Ansicht von der freien oberen oder Rückenfläche des in Figg. 5 und 6 dargestellten Nahrungsdotters. In der Mitte zieht durch die Längsaxe ein lichterer Streifen (c), der Furche angehörig, in welcher der Embryo eingebettet liegt. In ihr sieht man diejenigen Streifen, welche den mehr oberflächlich gelegenen Kanälchen entsprechen; zu den Seiten tritt das Bild der mehr in der Tiefe gelegenen Kanälchen hervor. Nach hinten weicht die Furche links ab, entsprechend der Lage des Embryo.

Fig. 8. Ansicht von der Schnittfläche des oberen Kugelsegmentes von demselben Präparat. Das Scheitelfeld läuft nach hinten in zwei Arme aus. Hier, wie auch in Fig. 6, 7 etc., ist das Ineinander greifen der Kanälchen im Scheitelfelde gut zu übersehen.

Fig. 9. Ansicht von der Schnittfläche des rechten Kugelsegmentes, welches durch einen Schnitt in der Richtung der Medianebene des Embryo gewonnen wurde.

c. Embryo.

Fig. 10. Ansicht von der freien Fläche desselben Präparates. In der Mitte zeigen sich die Oeffnungen der Kanälchen, welche frei an der Oberfläche liegen.

Fig. 11. Ein kleines Segment der Nahrungsdotter-Kugel, an welchem die peripherischen Enden der Kanälchen, so wie deren offene Mündungen an der Oberfläche zu übersehen sind.

m. Freie Oberfläche des Nahrungsdotters mit den kreisförmigen Oeffnungen der Röhrchen.

t. Röhrchen des Nahrungsdotters; p. ihr peripherisches Endstück.

g. Grundsubstanz des Nahrungsdotters.

n. Angeschnittene Kanälchen und deren Oeffnungen an den Schnittflächen und am Rande des Präparates.

Fig. 12. Ein dünnes Schnittchen vom Nahrungsdotter, in welchem die Kanälchen im Scheitelfelde quer, weiterhin schräg und schliesslich in der Richtung der Längsaxe durchschnitten sind.

g. Grundsubstanz d. N.

p. Peripherische Endstücke der Kanälchen.

t. Schräg und q. quer durchschnittene Kanälchen.

Fig. 13. Ein feines Schnittchen des Nahrungsdotters aus der Region des Scheitelfeldes. Sämmtliche Enden der Kanälchen im Centrum sind künstlich — durch den Schnitt — gemacht. Die Bezeichnungen sind aus den Figg. 11 und 12 verständlich.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IV.

Die Figuren 1, 2, 3, 4 gehören zur Abhandlung über die Micropyle der Fischeier.

Die Figuren 1 und 2 sind bei 200facher Vergrösserung gezeichnet die Figuren 3 und 4 sind schematisch gehalten.

Die Figuren 5 — 9 dienen zur Erläuterung der Müller-Wolff-schen Körper bei Fischembryonen.

Allgemein gültige Bezeichnungen für die Figuren 1 — 4.

a. Eingangs-Raum der trichterförmigen Höhle der Micropyle; äussere Abtheilung der M.

b. Boden der trichterförmigen Höhle der Micropyle; mittlere Abtheilung der M.

c. Hals der trichterf. Höhle der M.; innere Abtheilung der M.

d. Sammtartige, äussere Eihülle der Fischeier.

e. Punktirte und chagrinartig gezeichnete, innere Eihülle der F.

f. Aeussere, homogene, eiweissartige Eihülle der Fischeier.

g. Eiweissschicht in der Umgebung der Micropyle an der Innenfläche der Eihüllen.

h. Stäbchen der sammtartigen Eihülle.

Fig. 1. Flächenansicht von der Micropylen-Stelle der Eihülle bei *Leucisc. erythrophthalmus.*

Der innerste Kreis gehört dem Halse der Micropyle an, der zunächst angrenzende Kreis und der ringförmige Schatten zum Boden

derselben; der breite und lichteste Ring nach aussen eutspricht dem Eingangsraum der trichterförmigen Höhle in der Micropyle.

h. In kolbenförmige Fasern ausgezogene Stäbchen.

Fig. 2. Ansicht einer wirklichen Falte der Eihüllen mit der Micropyle von demselben Fische. Die Innenfläche der Eihüllen nimmt den Rand der Falte ein.

Fig. 3. Schematisch gehaltener, senkrechter Durchschnitt der Micropylen-Stelle von *Cyprinus Dobula.*

sp. Saamenkörperchen, den Eingangsraum und den Boden der trichterförmigen Höhle, nicht aber ihren Hals anfüllend.

Fig. 4. Schematisch gehaltener, senkrechter Durchschnitt durch die Micropylen-Stelle der Eihüllen von *Cyprinus Dobula.*

Von den Figuren 5 — 9 sind die Figuren 5 und 9 etwa bei 40 Vergrösserungen gezeichnet.

Allgemeine gültige Bezeichnungen.

mw. Müller-Wolff'sche Körper:

a. Ihr Ausführungsgang und äussere Oeffnung hinter der Afteröffnung

b. Gallenblase.

c. Aeussere Hülle des Embryo.

ch. Chorda dorsualis.

d. Darm und Magen.

e. Afteröffnung

f. Rücken- und Schwanzflosse.

g. Schwimmblase.

k. Brustflosse.

l. Leber.

n. Centralnervensystem.

o. Ohrlabyrinth.

sv. Wirbelsystem.

t. Aorta.

Fig. 5. Ein bereits mehrere Tage von den Eihüilen befreit lebender Embryo des Döbel *(Cyprinus Dobula)*, von 9 Mm. Länge. Um die Müller-Wolff'schen Körper in ihrer Lage zu übersehen, ist die Brustflosse (k) nach vorne zurückgeschlagen; die drei Abtheilungen des Herzens (Vorhof, Ventrikel, Bulbus aortae) schimmern durch sie hindurch. Man sieht die rechte Seite des Fischcheus.

o. Das Ohrlabyrinth mit zwei, radiär gestreiften Krystallen.

Fig. 6. Der Müller-Wolff'sche Körper mit Umgebung aus demselben Embryo; 170mal vergrössert.

F. 7. Ansicht der Müller-Wolff'schen Körper von der Bauchfläche betrachtet; die Leber ist weggelassen.

p. Schlund.

Fig. 8. Ansicht von einem wirklichen Querdurchschnitt des Fischchens aus der Gegend der Müller-Wolff'schen Körper. Auf der

rechten Seite hat der Schnitt mehr die Müller-Wolff'schen Körper selbst, auf der linken mehr dessen Ausführungsgang getroffen.

Fig. 9. Ansicht von einem wirklichen, feinen Querdurchschnittchen desselben Fischchens aus einer mehr nach hinten gelegenen Stelle. Die Schnitte haben so ziemlich die Mitte der Schwimmblase getroffen.

sv. Die durchschnittenen Primitiv-Bündel der Muskulatur des Wirbelsystems; man kann darin noch keine weitere Anordnung der einzelnen Muskelpartieen erkennen. Wohl aber markiren sich in der Musknlatur jederseits zwei der Längsaxe des Embryo entsprechnd verlaufende Septa, (n) durch welche die Muskulatur in eine Rücken-, Bauch- und mittlere Abtheilung getrennt wird.

Ueber fötales Drüsengewebe in Schilddrüsengeschwülsten.

Von

Dr. Theodor Billroth.

(Hierzu Taf. V. A.)

Die Entwicklungsweise der Schilddrüse und die Metamorphosen, welche das fötale Gewebe derselben durchläuft, um diejenige Form zu erreichen, welche sie im ausgebildeten Zustande zeigt, sind erst durch die Untersuchungen Remaks in das gehörige Licht gestellt.

Von dem Studium über die Entwicklungsgeschichte der Pseudoplasmen zu eignen Untersuchungen über die normale Entwicklung mit besonderer Rücksicht auf Histiogenese hingeleitet, habe ich die Angaben Remaks über den betreffenden Punkt bei Hühner- und Natterembryonen, so wie bei frischen menschlichen Fötus verschiedenen Alters vollständig bestätigt gefunden. Es ist meine Absicht, durch die folgende Mittheilung zu zeigen, in welchem Umfange sich diese Resultate für die pathologische Histiologie der Schilddrüsengeschwülste verwerthen lassen.

Der Entwicklungsgang der Schilddrüse macht scheinbar einen merkwürdigen Umweg, um zu der späteren Form zu gelangen. Man sollte denken, es sei am einfachsten, die einzelnen Follikel aus einzelnen abgeschlossenen Zellhaufen entstehen zu lassen; dies ist jedoch nicht so, sondern dio einzelnen Blasen entstehen durch Abschnürung aus radial in der ersten Schilddrüsenanlage gestellten aus Zellen zusammengesetzten Cylindern. Die auf diese Weise entstehende Anzah

von Drüsenblasen reicht jedoch nicht aus, sondern die Zellenschicht, welche die Wand der einzelnen Blasen zusammensetzt, verdickt sich, bildet Fortsätze, kolbige Anhänge; in diesen entwickelt sich ein Hohlraum und der Fortsatz schnürt sich als neue Blase ab. Die Bildung des Hohlraums in dem Fortsatz ist oft unabhängig von dem Hohlraum der Mutterblase; er kann entstehen während die partielle Anhäufung der Wandzellen noch keinen Vorsprung bildet und es entsteht dann die eine Blase in der verdickten Wand der andern — so habe ich wenigstens die Beschreibung Remak's verstehen zu müssen geglaubt, der diesen letzten Vorgang vorzugsweise bei der ersten Bildung der Schilddrüsenblasen beim Hühnchen beobachtete; ich muss gestehen, dass ich dort einen solchen Entwicklungsgang nicht grade so klar gefunden habe; um so deutlicher jedoch in einer hier zu beschreibenden Geschwulst der glandula thyreoidea.

Bei einer 67jährigen kleinen kräftigen Frau hatte sich innerhalb der letzten 6 Jahre eine Kindskopf grosse Geschwulst an der linken Seite des Halses ausgebildet, welche seit einiger Zeit erhebliche Respirationsbeschwerden verursachte. Die Geschwulst, welche unzweifelhaft der Schilddrüse angehörte, war in ganzer Ausdehnung fluktuirend, wenngleich in den unteren Theilen weniger deutlich. Es wurde von Herrn Geheimrath Langenbeck die Punction der Cyste gemacht mit nachfolgender Jodinjection und eine ziegelbraunrothe, dicke, schmierige Flüssigkeit entleert, deren Abfluss oft durch festere Partikelchen, welche sich in der Canüle festsetzten, erschwert wurde. Die Geschwulst collabirte nur zum Theil, schwoll in den nächsten Tagen wieder an, wie gewöhnlich nach der Jodinjection, nahm dann jedoch nicht wieder ab, sondern die Wunde eröffnete sich, der Inhalt des Sackes ging in Verjauchung über und trotz ergiebiger Spaltung etc. ging die Patientin unter Erscheinungen allgemeiner putrider Intoxication zu Grunde. Ich gehe hier nicht weiter auf das Chirurgische des Falles ein, zumal da derselbe erst kürzlich ausführlicher mitgetheilt ist. (Ueber die Cystengeschwülste des Halses von Dr. E. Gurlt. 1855. pag. 129. Fall 71.)

Die mikroskopische Untersuchung der entleerten Flüssigkeit zeigte nur feine Moleküle, feinste Fetttröpfchen und sehr viel gelbes, körniges Pigment, keine Pigmentkrystalle; die einzelnen mit aus den Canälen herausgeschwemmten Gewebsfetzen waren zum Theil amorphe Klumpen oder destruirtes unkenntliches Gewebe, zum Theil boten sie jedoch dasselbe mikroskopische Verhalten, wie die nachher bei der Sektion vorgefundenen Geschwulstmassen. Es zeigte sich bei derselben, dass das Cystoid der linken Schilddrüse (denn als solches stellte sich die Geschwulst schliesslich heraus) ziemlich tief in die Brusthöhle hineinragte, und dass ein Theil desselben aus soliden Massen bestand, in welchen sich hier und da noch kleine Cysten erkennen liessen; auch der grössere Cystenraum hatte verschiedene Scheidewände, die jedoch jetzt alle durch die Verjauchung durchbrochen waren. — Die Konsistenz der Geschwulstmassen war elastisch weich, ihre Farbe auf dem Durchschnitt gelblichweiss mit kleinen Apoplexien älteren und jüngeren Datums durchsetzt; ein weisslicher, körniger Brei liess sich von der Schnittfläche abstreichen. Die mikroskopische Untersuchung desselben zeigte die verschiedensten Formen von Zellen mit theils homogenem, theils feinkörnigem, fettigem Inhalt, viele mit deutlichen Kernen versehen, die sich durch Theilung vermehrten, andere jedoch kernlos, mattglänzend. Bei weitem den Hauptbestandtheil bildeten theils grössere Kugeln, theils Cylinder, welche aus Zellen zusammengesetzt waren und häufig einen deutlichen Hohlraum zeigten. Die peripherische Schicht dieser Kolben, Cylinder und Kugeln von verschiedenster Form und Grösse wurde aus deutlich cylindrischen Zellen zusammengesetzt, die jedoch in ihrem Contour sich so deutlich einzeln markirten, dass sie höchst wahrscheinlich von keiner sruktürlosen Membran umschlossen waren. Die meisten dieser Gebilde hatten ähnliche Formen wie die in Fig. 1, 2, 3 dargestellten. (Vergrösserung 350. Die Kerne sind in den Zellen nicht gezeichnet, weil sie ohne Wasser- oder Essigsäure-Zusatz selten deutlich waren.) Es lag auf der Hand, dass wir es hier mit Neubildung von Drüsengeweben zu thun hatten und zwar

nicht mit der gewöhnlichen s. g. Hypertrophie der Schilddrüse, sondern einem eigenthümlichen Gewebe, welches manche Analogien mit den Cystosarcomen der Brustdrüse und den Cystoiden des Hoden hatte. (s. „zur Entwicklungsgeschichte des Hodencystoids“ Virchow's Archiv Bd. VIII. Heft 4.)

Wenn es auch bekannt war, dass die Entwicklung der Schilddrüse auf ähnliche Weise vor sich geht, wie diejenige der Drüsen mit einem Ausführungsgang, so überraschte es mich doch, die embryonalen Formen hier so schön ausgebildet zu finden, dass sie fast bessere Beobachtungsobjecte bildeten, als die Schilddrüse von Embryonen. Die geringen Ueberreste, anscheinend normalen Gewebes in der erkrankten linken Hälfte (die rechte Hälfte war ganz gesund und nicht vergrössert), liessen auch nicht erkennen, wie die embryonalen Gewebselemente sich aus den normalen Follikeln hervorbilden mochten; ich musste mich daher begnügen, die Fortbildung des neugebildeten Gewebes in sich zu verfolgen.

Die Anlage der embryonalen Drüsenschläuche und Drüsenblasen war in soliden, aus Zellen bestehenden Kolben (5) und sprossenartigen Fortsätzen (2, 3) gegeben, in denen sich die Höhlung theils von dem Canal des Muttergebildes aus erstreckte (2), theils für sich isolirt entstand (3). Diese zuweilen zipfelartigen Fortsätze, wie sie Remak nennt, sind oft ausserordentlich klein, und können aus einer Reihe hintereinander liegender Zellen bestehen, an welcher ein ebenfalls nur aus einem Zellenkranz bestehendes Bläschen hängt (6). Wie die isolirt entstehenden Hohlräume zu Stande kommen, lässt sich nicht entscheiden; in den nicht mehr von Zellen erfüllten Raum tritt eine flüssige oder schleimige homogene Substanz, welche entweder durch den Zerfall der mittleren Zellen oder durch eine Art von secretorischer Thätigkeit der Zellen selbst entsteht, und letztere auseinander drängt; ich glaube, dass die meist spaltartigen Formen dieser neugebildeten Höhlungen mehr auf eine solche Diastase der Zellen hindeutet. Neben dieser Vermehrung der Drüsenelemente durch Sprossen kam noch ein davon scheinbar differenter Entwicklungsgang vor: die Wandzellen der Drüsen-

blasen wucherten nämlich an einer Stelle excessiv, und ehe hierdurch eine Hervorragung gebildet wurde, entstand schon in der Mitte dieser Zellenmasse ein neuer Hohlraum (4), so dass die Bildung einer neuen Blase allerdings in der Mutterblase vor sich ging. Ich kann jedoch diesen Vorgang nichts als etwas so sehr Differentes von dem Vermehrungsprocess der Drüsenglieder durch Sprossen betrachten, sondern sehe es nur als ein sehr frühzeitiges Auftreten des Hohlraums in der Sprossenanlage an.

Wie in den Drüsengeschwülsten überhaupt selten; so erreichten auch hier diese embryologischen Elemente nie ihre vollständige Entwicklung, sondern gelangten nur bis zu gewissen Stufen und fielen dann einer fettigen oder colloiden Metamorphose anheim; zu einer Degeneration dieser Elemente durch immer neue Unregelmässigkeiten des Zellenwachsthums und der Zellenvermehrung, wodurch dann höchst merkwürdige Formen von Drüsencylindern entstehen können, wo jede (Epithelial-) Zelle in eine Mutterzelle verwandelt ist, wie man dies zuweilen an Brustdrüsengeschwülsten sieht, kam es hier nicht.

Ausser der Fettmetamorphose der einzelnen Gebilde, die nichts Bemerkenswerthes darbot, war es hauptsächlich die colloide Degeneration, welche in ihnen Platz griff. Man begegnete nicht selten grossen, blassen, mattglänzenden Kugeln mit einer centralen unregelmässigen Höhlung wie in den Drüsenblasen, die durchaus den Eindruck von Colloidkugeln machten (7); concentrische Schichtung zeigten sie jedoch niemals; ich habe leider vergessen, sie mikrochemisch zu prüfen. Zu diesen Kugeln liessen sich die mannichfachsten Uebergangsformen auffinden, wo vom Centrum aus nach der Peripherie zu die Zellen immer mehr zu verschmelzen schienen, und sich in eine gleichmässig homogene Substanz verwandelten (8), so dass eine solche Colloidkugel offenbar nicht einer einzelnen Zelle, sondern einem ganzen Zellencomplex, einer Drüsenblase entsprach. Ich halte den Nachweis dieses Vorgangs deshalb für wichtig, weil er auch auf die Entwicklung der Cysten aus diesen Gebilden schliessen lässt, was sich freilich

an dieser Geschwulst nicht weiter verfolgen liess, da sie in ihrem unversehrten Theil nur äusserst sparsam Cysten enthielt.

Meine früher zur Zeit meiner Studien in Wien angestellten Beobachtungen an Strumen sind zu lückenhaft, als dass ich irgend einen Anhaltspunkt geben könnte, in wie weit die obigen Befunde, die noch am meisten mit denen von Wedl übereinstimmen, sich auch auf andere Schilddrüsengeschwülste ausdehnen. In einem früher von mir beschriebenen Carcinom der Schilddrüse (Deutsche Klinik. 1855 No. 16) fand ich keine embryonalen Drüsenelemente, habe jedoch schon darauf aufmerksam gemacht, dass sie dort vermuthlich ebenso vorkommen könnten wie in Geschwülsten der Drüsen mit Ausführführungsgängen.

Ich kann nicht unterlassen, hier noch zu erwähnen, dass auch in Eierstockgeschwülsten wahrscheinlich ähnliche Gebilde wie die beschriebenen vorkommen, was ich mit um so grösserer Bestimmtheit behaupte, als ich noch vor Kurzem bei einem frischen kaum viermonatlichem weiblichem menschlichem Fötus die Entwicklung der Graafischen Follikel durch Abschnürung von langen cylindrischen Schläuchen aufs Unzweifelhafteste beobachtet habe.

Berlin, October 1855.

Ueber Tastkörperchen und Muskelstruktur.

Von

Frz. Leydig.

(Hierzu Taf. V. B.)

Die Tastkörperchen wurden bekanntlich von Meissner und R. Wagner aufgefunden, eine Entdeckung, welche als das bedeutendste histologische Ereigniss des Jahres 1852 begrüsst wurde. Die Existenz der neuen Organe konnte bald von den verschiedensten Seiten bestätigt werden und van Kempen dürfte kaum Anhänger gewinnen, wenn er in seinem 1854 erschienenen Traité d'anatomie descriptive et d'histologie speciale bezüglich der Tastkörperchen behauptet, sie seien Kunstprodukte, entstanden durch gekreuzte Fasern, an deren Seite die Nervenschlinge liege. Aber was den feineren Bau angeht, so haben die Forscher, welche vom Dasein der Tastkörperchen überzeugt sind, sich noch keineswegs einigen können, im Gegentheil die Ansichten stehen sich geradezu schroff gegenüber. Denn während die genannten Entdecker die Tastkörperchen vorzugsweise nervös sein lassen, behaupten Andere und unter diesen z. B. Kölliker die bindegewebige Natur derselben und wie natürlich verringern sie damit die Bedeutung der Körperchen und mässigen den Werth der Entdeckung. Nach R. Wagner und Meissner, und namentlich der Darstellung des letzteren zufolge entsteht ein Tastkörperchen dadurch, dass die Nervenfasern der Papillen innerhalb einer gleichartigen Substanz, die von einer homogenen zarten Haut umgrenzt wird, sich büschelförmig oder handförmig in schmale, nicht doppelt conturirte Endäste auflösen

welche querverlaufend das Tastkörperchen zu einem ovalen oder cylindrischen, quer gestrichelten Gebilde machen, das wie ein tannenzapfenförmiger Kern im Innern der Papilleliegt und wie ein Endknopf den Nerven der Papille aufsitzt. Die betreffenden Organe seien demnach vom physiologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, spezifische Tastwerkzeuge. Hören wir andererseits die Gegenpartei, so sind die Tastkörperchen gar nichts eigenthümliches, sondern lediglich die aus mehr unentwickeltem elastischen Gewebe bestehenden Axen der Papillen, die Nerven der Papillen gehen nur äusserlich an den Tastkörperchen vorbei, dieselben auch wohl in Spiraltouren umspinnend, und enden an der Spitze der Papillen oder wenigstens nahe daran, entweder frei oder in Schlingen. Und was haben nach der letzteren anatomischen Auseinandersetzung die Tastkörperchen für eine Funktion? Sie sind dazu bestimmt, „den Papillenspitzen eine gewisse Festigkeit zu verleihen und den Nerven als härtere Unterlagen zu dienen.“ Sie tragen den Namen Tastkörperchen mit gleichem Recht oder Unrecht, wie die Phalangen, Nägel, Spürbaare der Thiere Tastorgane heissen können.

Ich habe erst im vorigen Winter die Tastkörperchen genauer ins Auge gefasst, nachdem ich sie früher nur gelegentlich behufs der Demonstration zur Ansicht genommen hatte. Auch kenne ich bloss die der Fingerspitzen aus eigener Wahrnehmung, übrigens stimmt das Resultat meiner Untersuchungen insofern mit der Anschauung R. Wagners und Meissners, so wie Gerlachs überein, dass ich die Tastkörperchen nicht für rein bindegewebige Axen der Papillen halte, sondern die Vorstellung habe, dass sie einem guten Theil nach aus Nervensubstanz gebildet sind. Zur Erläuterung diene Folgendes.

Wäre es ausgemacht, dass, wie Kölliker will, die Nerven der Papillen entweder in Schlingen oder frei enden, ohne in die Tastkörperchen einzutreten, so könnte allerdings von der nervösen Natur der Tastkörperchen fernerhin keine Rede mehr sein. Allein wie lanten denn eigentlich die Angaben im Hinblick auf diese Frage? In der ersten Auflage des

Handbuchs der Geweblehre sagt Kölliker, dass die Enden der Nervenröhren in den Papillen der Hand „Schlingen“ seien, die „mit aller Bestimmtheit“ gesehen wurden. Doch will Kölliker es Niemand verwehren, auch „an freie Endigungen zu glauben“ und hat nebenbei die Liebenswürdigkeit, Hrn. R. Wagner, der gesehen haben wollte, dass die Nerven in die Tastkörperchen eindringen, zu bedeuten, dass derselbe in dieser Sache ein entscheidendes Wort gar nicht mitreden dürfe. (!) In der zweiten Auflage desselben Buches einige Jahre später ist Kölliker, vielleicht in Folge „neuerdings wiederholter Untersuchungen“ duldsamer geworden, er verabschiedet schon halb und halb die Schlingen, ohne sie ganz „zurückzunehmen,“ da er sie ja früher „mit aller Bestimmtheit“ gesehen zu haben glaubt; er spricht sich jetzt bezüglich des eigentlichen Endes der Nervenröhren dahin aus, „dass in der ungeheuren Mehrzahl der Fälle die Nervenfasern in der halben Höhe der Tastkörperchen oder gegen die Spitze zu dem Blick sich entziehen, d. h. mit einem Male blasser werden, wie abgebrochen enden, so dass es scheint, als ob dieselben frei ausgehen.“ Endlich in der neuesten Mittheilung, als Kölliker an einem Hingerichteten die Hautpapillen „frisch“ untersucht hatte, äussert er ganz einfach: „das Ende (der Nerven) wurde hier nicht gesehen, indem dieselben meist unbestimmt begrenzt dem Blick sich entzogen.“

Es läuft daher eigentlich das Resumé aus Köllikers Angaben in dem Geständniss zusammen, dass er genau genommen nicht mit Sicherheit wisse, wie die Nerven in den Papillen enden, doch geschehe solches „nie im Innern der Körperchen,“ er öffnet sich jedoch wieder ein Hinterpförtchen mit der Bemerkung, dass er ein Enden der Nerven in den Körperchen nicht bestimmt läugnen wolle.

Da ich selber nie ein Aufhören der Papillennerven in Schlingen wahrzunehmen vermag, wohl aber beobachte, dass die Nervenfasern bald näher dem unteren Ende, bald näher der Spitze des Tastkörperchens sich in dasselbe verlieren, so nehme ich an, dass sie auch darin enden. Kölliker hält

sich, um Meissner in diesem Punkt zu widerlegen, besonders daran, dass letzterer die gesammte Querstreifung der Tastkörperchen auf Nerven bezieht, was irrthümlich sei, da die Querstreifung von Kernen herrühre, die wahrscheinlich in spiralförmigen Bindegewebskörperchen liegen. Ich stimme Kölliker vollkommen bei, dass Meissner diese Kerne verkannt hat, aber das scheint mir von ganz untergeordneter Bedeutung, da die Kerne nach meiner Auffassung dem Neurilem der Nervensubstanz angehören. Dabei ist es indessen von grosser Schwierigkeit, festzustellen, wie morphologisch das Bindegewebe zu der Nervensubstanz sich verhalte, ob nämlich das mit den quer verlaufenden Kernen versehene Bindegewebe eine Schale oder Hülle für einen mittleren nervösen Knopf bilde, oder ob die Nervenfaser sich theile und knäuele, so dass durch die Querlagerung der Kerne der Verlauf der Nervensubstanz angedeutet wäre. Ich bekenne, dass sich mir bei meinen Beobachtungen am häufigsten die erstere Anschauung aufgedrängt hat. Im Innern des Tastkörperchens, besonders klar bei Einstellung auf den Querschnitt der Papille markirt sich eine blasse, homogene Substanz, die sich von der mit Querkernen versehenen schalenartigen Hülle abgrenzt, was auch Kölliker gesehen und gezeichnet hat. Der eben genannte Autor, welcher von vorne herein bestreitet, dass die Nervenfasern in das Tastkörperchen eintreten, nennt die bezeichnete Axensubstanz einen inneren Strang von homogenem Bindegewebe und setzt ihn gleichwerthig der wirklich bindegewebigen Hülle. Mir scheint, nach dem optischen Ansehen zu schliessen, als ob der innere Strang in seiner Natur ganz mit dem Cylinder übereinstimme, in welchen die Nervenfaser innerhalb der Pacinischen Körperchen der Vögel anschwillt. (Vergl. Ztschft. f. wiss. Zool. V. S. 75.) Die Lichtbrechung, die fein granuläre Beschaffenheit erinnert mich durchaus daran. Ist diese meine Deutung richtig, so springt die grosse Aehnlichkeit, welche in der Struktur zwischen den Pacinischen Körperchen der Vögel und den Tastkörperchen herrscht, in die Augen. Gleichwie nämlich an den beregten Organen des Vogels der bedeutsamste Theil das cylindrisch

verdickte Ende einer Nervenfaser ist, um das herum das Neurilem eine bindegewebige Kapsel formirt, so zeigt auch ein Tastkörperchen des Menschen einen inneren ovalen oder cylindrischen Strang, der aus Nervensubstanz besteht, und in den die Nervenfaser anschwillt. Um den Nervenknopf herum schlägt sich als bindegewebige Hülle das mit den Querkernen versehene Neurilem. Betheiligen sich mehr Nervenfibrillen an der Bildung des Tastkörperchens, so sieht es schon äusserlich, wie eingeschnürt aus, ja wie bereits Nuhn meldet, es kann den Anschein gewinnen, als ob es aus zwei oder mehren übereinanderstehenden zusammengesetzt sei, was vielleicht damit zusammenhängt, dass jede Nervenfibrille für sich einen Endknopf bildet.

In manchen anderen Fällen kam es mir allerdings auch vor, als ob ein Tastkörperchen durch Verknäuelung der Nervenfibrillen, ungefähr wie Gerlach die Sache sich vorstellt, entstehe, und ich kann auch eine vergleichend-anatomische Beobachtung zu Gunsten dieser Ansicht vorbringen.

Das Froschmännchen nämlich besitzt bekanntermassen die sogenannte Daumendrüse. Die Lederhaut des Frosches bildet sonst nirgends Papillen,[1]) aber gerade hier an der Daumendrüse erhebt sie sich in dicht stehende Papillen, die sammt ihrer bräunlich gefärbten Epidermis die Stelle schon für das freie Auge fein-höckrig erscheinen lassen. Die Papillen (Fig. 1) sind einfach kegelförmig und 0,024‴ hoch. Aus dem Nervengeflecht der Cutis, welches zwischen den Hautdrüsen hinstreicht, zweigen sich in Distanzen Fibrillen ab, um, senkrecht in die Höhe steigend, in die Papillen einzudringen.

1) Im vorigen Jahr hielt in einer Sitzung der hiesigen phys.-med. Gesellschaft Hr. Hensche aus Königsberg einen Vortrag über die Anatomie der Froschhaut, namentlich über die Pigmentzellen, die Papillen des Froschmännchens und die Hautdrüsen. Wenn ich mich recht entsinne, so hat Hr. Hensche damals kurz erwähnt, dass in den Papillen etwas den Tastkörperchen Aehnliches vorkomme. Da in den gedruckten Verhandlungen, Sitz. v. 22. April 1854, darüber kein Wort steht, so wäre es angenehm, wenn vielleicht Hr. Hensche seine Beobachtungen veröffentlichen würde.

Hier entsteht nun ein ovaler, 0,0120''' langer Körper, der in Lage und Aussehen (Fig. 1b) nicht geringe Aehulichkeit mit einem Tastkörperchen hat. Er reicht bis an die Spitze der Papille und wenn es gelingt, die letztere in ihrem relativ wenigst alterirten Zustande sich vorzuführen, so kommt man zur Ueberzeugung, dass das fragliche Gebilde ein Nervenglomerulus sei. Häufig ist in Folge der Präparation das Bild derartig verändert, dass anstatt der quereu und geschlungenen Linien des Nervenknäuels sechs und mehr rundliche Klümpchen, zu einem Haufen zusammengeballt, das Tastkörperchen vorstellen (Fig. 1d). In den Papillen mit Tastkörperchen vermisste ich meist Gefässe und es schien mir, als ob die gefässhaltigen Papillen in gewissen regelmässigen Reihen stehen. Die Bindesubstanz der Papillen ist übrigens am Rande in ähnlicher Weise gezähnelt, wie bei den Papillen des Menschen.

Tastkörperchen bei Thieren wurden bisher nur von Meissner an den Händen der Affen, von Corti aus Zungenpapillen des Elephanten, von Berlin aus dem Schlunde der Vögel beschrieben. Sie sind bei dem Affen von demselben Bau, wie die des Menschen, in denen des Elephanten verlief die Nervenfaser durch die Axe des Körperchens und schien abgestumpft zu enden. Die Tastkörperchen im Schlunde der Tauben und Hühner sollen gar keine Nerven besitzen. Ein Tastkörperchen ohne Nerven und „ein Messer ohne Klinge" scheinen einige Verwandtschaft zu haben! Uebrigens kann ich nicht umhin, die Angabe Berlin's über das Vorkommen von fraglichen Organen im Schlunde der Vögel sehr anzufechten. Ich habe den Schlund der Tauben schon nach mehren Methoden untersucht, frisch, getrocknet, habe die gebräuchlichen Reagentien angewendet und kann auch gar nichts finden, was einem Tastkörperchen ähnlich sähe. Berlin spricht von Papillen, in denen die Tastkörperchen lägen, während doch der bindegewebige Theil der Mucosa entweder ganz eben ist oder nur winzige Höckerchen bildet und in letzteren buchtet sich bloss eine kurze Gefässschlinge aus. Ferner bildet das Bindegewebsstratum der Schleimhaut das Gerüst von Drüsen-

säckchen, die wieder nach innen gefächert sind, im obersten Theil des Schlundes ganz fehlen, erst gegen den Kropf hin auftreten und nach abwärts immer mehr an Entwickelung zunehmen. Das Plattenepitel des Schlundes erscheint dadurch ausgezeichnet, dass in den Zellen einige Fettpünktchen sichtbar sind, die in der Gegend des Kropfes sehr zahlreich werden. Hätte Berlin den Schlund eines Reiher's vor sich gehabt, so würde ich annehmen, dass er die hier anders als bei der Taube gearteten Drüsen der Schleimhaut für Tastkörperchen genommen habe. In der *Ardea cinerea* nämlich sind die Drüsen des Schlundes einfache, ovale Säckchen, nur 0,04''' lang und können entfernt an Tastkörperchen erinnern, „an die kein Nerv herantritt". Da indessen bei Berlin keine Rede vom Reiher, sondern nur von Tauben und Hühnern ist, so weiss ich durchaus nicht, was der genannte Autor mit den Tastkörperchen des Schlundes gemeint hat. Dies über die *Corpuscula tactus*, ich habe mich jetzt noch in etwas über die Struktur der quergestreiften Muskeln zu verbreiten.

Das Studium der Entwickelung und des feinern Baues der quergestreiften Muskeln ist schon wie oft betrieben worden, ohne dass man einen vollständigen Abschluss erzielt hätte und die folgenden Bemerkungen mögen zeigen, dass selbst die gang und gäbe Lehre vom Bau der sogenannten Primitivbündel gar nicht stichhaltig ist. Gewöhnlich heisst es, ein sogen. Primitivbündel bestehe aus der homogenen, mit einzelnen Kernen versehenen Scheide, dem Sarcolemma und dem quergestreiften Inhalt. Letzterer sei wieder zusammengesetzt aus varikösen Fäserchen, den Fibrillen, die selber Aggregate von kleinen, würfelförmigen Theilchen vorstellen und die Fibrillen seien unter sich verbunden durch eine sie verkittende Zwischensubstanz. Man beruft sich dabei besonders auf den Querschnitt der Primitivbündel, wodurch die angenommene Struktur ausser Zweifel gesetzt werde, denn man sehe da die Fibrillen im Querschnitt und die verklebende Zwischensubstanz. Bowman in der Cyclopaedia of anatomy and Physiology Vol. III S. 510 Fig. 290 und Kölliker in seinem Handbuch der Gewebelehre 2. Aufl. S. 185 Fig. 92

haben solche Querschnitte geliefert. Diese zwei Figuren sind es gerade, deren Auslegung ich bekämpfe, indem ich beide Antoren im Irrthum befangen sehe. Die Ringelchen nämlich, welche Bowman als Querschnitte der Sarcous elements (der primitiven Fleischtheilchen, die durch lineare Aneinanderlegung Fibrillen erzeugen können) und Kölliker für Querschnitte der Fibrillen hält, sind durchaus nicht Fibrillen oder die Sarcous elements, sondern von ganz andrer Natur. Man betrachte den feinen Querschnitt z. B. eines getrockneten und mit Wasser wieder angefeuchteten Froschmuskels, da nimmt man zwar leicht die vermeintlichen Querschnitte der Fibrillen wahr, aber 1) sind sie durchaus nicht so zahlreich in einem Primitivbündel, wie Kölliker zeichnet, vielmehr fällt gleich auf, dass „die verkittende Zwischensubstanz“ an Masse weit die Zahl der vermeintlichen Fibrillen überwiegt und die Hauptsubstanz bildet, welche innerhalb des Sarkolemma (Fig. 2 a) liegt. 2) Ist das optische Aussehen der Ringelchen hell, scharf conturirt, das Licht gerade so brechend, wie feine durchschnittene Kanäle. Die von Bowman gegebene Abbildung ist hierin sehr naturgetreu, er zeichnet helle Ringe und in denselben einen meist excentrischen dunklen Punkt, gerade so, wie sich feine Zahnkanälchen auf dem Querschnitt präsentiren. 3) Hat der Muskelquerschnitt die Primitivbündel etwas schräg getroffen (und in jedem Präparat bieten sich solche Partien dar), so sieht man, wie die lichten, scharf conturirten Ringelchen sich zu länglichen gezacktrandigen Figuren verlängern, deren Längendurchmesser mit dem des Primitivbündels parallel verläuft, um es kurz zu sagen, das, was die genannten Histologen für die Querschnitte von Fibrillen erklären, sind die Querschnitte von ganz ähnlichen, gezacktrandigen Hohlräumen, wie man sie seit Virchow allgemeiner im Bindegewebe unter dem Namen Bindegewebskörperchen kennt. Behandelt man das Präparat mit Essigsäure, so treten sie zwar schärfer hervor, aber durch Quellung der Zwischensubstanz schliessen sie sich in ganz ähnlicher Art zusammen, wie man an den Bindegewebskörperchen die Erscheinung verfolgen kann und nehmen sich jetzt

als dunkle Punkte und Pünktchenreihen aus. Wichtig erscheint ferner, dass man in diesen länglich-strahligen Gebilden (Fig. 2 c), die auch gleich den Bindegewebskörperchen den Eindruck eines Lückensystemes machen können, noch Kernrudimente zuweilen erblickt und zwar am constantesten zunächst der Querfläche des Sarkolemma (Fig. 2 d). Wenn ein Primitivbündel Fett enthält, so scheinen die Fettpünktchen ausschliesslich in diesen gezackten Hohlräumen untergebracht zu sein.

Es wird dem mit unserem Gegenstande vertrauten Leser bereits klar sein, was es hingegen für eine Bewandtniss mit der von Bowman und Kölliker als „verkittende Zwischensubstanz" angesprochenen Masse hat, welche allerdings zwischen den gezackten Räumen sich befindet (Fig. 2 b). Sie dient nicht zur Verkittung der Fibrillen, sondern sie ist selber die kontraktile Substanz, mit andern Worten die primitiven Fleischtheilchen, oder in der Sprache Anderer: die fibrilläre Substanz. Das ist nicht etwa per exclusionem erschlossen, man sieht vielmehr zweifellos an schräg geschnittenen Präparaten oder auch an rein queren bei Veränderung der Fokaleinstellung, dass die zwischen den beschriebenen, gezacktrandigen Figuren übrigbleibende Substanz die charakteristische Querstreifung hat, d. h. aus den primitiven Fleischtheilchen (sarcous elements) bestehe.

Nach der hier gegebenen Darstellung vom Bau eines sogen. Primitivbündels, wovon ich mich wiederholt an Frosch-, Vogel- und Säugethiermuskeln vergewissert habe, ist demnach die quergestreifte kontraktile Substanz innerhalb eines Sarkolemmaschlauches durchsetzt von einem feinen Kanal- oder Lückensystem, in ganz analoger aber nur viel zarterer Weise, als auch das Bindegewebe von den untereinander zusammenhängenden Bindegewebskörperchen durchbrochen ist. Wozu dieses Lückensystem dienen mag, darf man vielleicht daraus entnehmen, dass die Blutcapillaren der Muskeln bekanntlich nicht über das Sarkolemma hinaus in die kontraktile Substanz eindringen. Die Funktion wird daher dieselbe sein, wie die der Bindegewebskörperchen: die Räume neh-

men das aus den Capillaren des Sarkolemma abgeschiedene Plasma sanguinis auf und leiten es zwischen die Muskelwürfelchen (primitiven Fleischtheilchen).

Es haben die anderwärts von mir über die Muskelstruktur mancher Thiere veröffentlichten Beobachtungen dargethan, dass ein sogen. Primitivbündel aus einer Anzahl von Abtheilungen zusammengesetzt ist, die ich Primitivcylinder genannt habe; dass auch in den Muskeln der höhern Thiere etwas dem ähnliches vorkomme, lehrt die obige Beschreibung, denn offenbar wird die quergestreifte Substanz durch die gezacktrandigen Räume in eine gewisse Anzahl von Längsstreifen geschieden. Die schönen Abbildungen, welche Remak neuerdings über die erste Bildung der quergestreiften Muskeln bekannt gemacht hat[1]), zeigen eine ganz merkwürdige Vermehrung der Kerne, so dass mehrere Längsreihen derselben entstehen können. Remak selbst spricht keine Vermuthung aus, was aus diesen vielen Kernen werden soll, ich möchte daher im Zusammenhalt mit der erkannten Beschaffenheit des fertigen sogen. Primitivbündels die Meinung äussern, dass die strahligen Räume und ihre Kernrudimente inmitten der quergestreiften Substanz mit den von Remak gezeichneten zahlreichen Kernen in genetischer Beziehung stehen.

Würzburg, Juli 1855.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V. B. Fig. 1. Zwei Papillen von der Daumendrüse des Frosches, vom Epitel entblösst (nur bei -:|:- sind noch einige Reste desselben). Starke Vergrösserung. a. Papille, deren Tastkörpershen b. ziemlich unverändert ist. c. Papille, deren Tastkörperchen d. alterirt erscheint.

Fig. 2. Einige sogen. Muskelprimitivbündel vom Frosch. Starke Vergrösserung. — A. Fläche des Querschnittes. Man sieht scharf conturirte Ringe a, die vermeintlichen Fibrillen der Autoren, in Wahrheit kanalartige Räume zwischen der kontraktilen Substanz b. — B. Seitenansicht, die kanalartigen Räume sind gezacktrandig, wie Bindegewebskörperchen c, in einigen erblickt man noch einen Kern d.

---

1) Untersuch. üb. d. Entwickelung d. Wirbelth. Taf. XI, Fig. 8—14.

Eine kleine Zugabe zu A. Schneider's Beiträgen zur Naturgeschichte der Infusorien.

Von

Dr J. F. Weisse zu St. Petersburg.

(Hierzu Taf. VI. A.)

Die Cystenbildung bei den Infusorien, welche in neuester Zeit von so vielen Seiten beobachtet worden ist, scheint ein weitgreifendes Gesetz für die *Polygastrica* Ehrenberg's, namentlich für seine *Anentera* zu sein, und zwar in doppelter Hinsicht. Einmal nämlich pflegen sich dieselben mit einer Cyste zu umgeben, um der Gefahr des Untergehens zu entfliehen; andere encystiren sich aber, um das Geschäft der Fortpflanzung in ruhiger Abgeschiedenheit von der Welt und ihren Gefahren vollführen zu können. Erstere, deren Cyste in der Regel dünnhäutig ist, erwachen unter günstigern Verhältnissen wie aus einem Scheintode und werfen die schüzzende Hülle ab, um ihr unterbrochen gewesenes Leben wieder fortzuführen. Hier tritt jederzeit nur ein einziges Individuum hervor. Bei den anderen, die von einer derberen Cyste umgeben sind, findet dagegen so zu sagen ein Geburtsact Statt: die Cyste nimmt eine eiförmige Gestalt an und es wird eine Mehrzahl von Individuen geboren. Zu letzteren gehört auch *Chlorogonium euchlorum*.

In seinen oben angegebenen Beiträgen sagt Schneider S. 198 von dem so eben genannten Infusorinm: „Auch ein kugelförmiger Ruhezustand findet Statt. . . . . Durch Erregung einer Gährung waren die Cysten nicht aus dem Ruhe-

zustande zu erwecken. Unter anderen Verhältnissen habe ich jedoch das Wiederaufleben beobachtet" u.s.w. — Schneider gibt aber keine Beschreibung dieses Vorganges, welchen ich hier schildern will, da ich ihn unzählige Male beobachtet habe.

Herr Prof. Cienkowsky hieselbst[1]), durch den ich sowohl den Cystenzustand des *Chlorogonium*, als auch ihre Auferstehung erst vor einigen Monaten kennen gelernt habe, hatte die Gefälligkeit, mir ein kleines Stückchen von einem Fliesspapier zu geben, auf welchem sich eingetrocknete Chlorogonien-Cysten befanden, welche bereits vor einem Jahre von ihm in Helsingfors eingesammelt worden waren. Obgleich dieses Papierstreifchen, auf welchem ein rostfarbener Anflug deutlich in die Augen fiel, nur einige Linien lang und breit war, erhielt ich doch, nachdem ich es mit einigen Tropfen Wasser übergossen hatte, viele Hunderte wohl erhaltener Cysten, welche in grösseren und kleineren Haufen beisammen lagen (Fig. A). Liess ich dergleichen Cysten einen halben Tag im Wasser liegen, so konnte ich ihr Wiederaufleben deutlich beobachten. Der Hergang dabei ist folgender:

Die rostfarbene bis dahin kugelrunde Cyste (Fig. A. 1)[2]) verändert allmälig ihre runde Form, indem sie an einem Ende sich ausdehnt und verschmälert, wodurch sie eine eiförmige Gestalt erhält (Fig. A. 2). An der Spitze derselben erscheint nach einiger Zeit eine sehr zartwandige helle Blase, welche sich aus der Cyste hervorstülpt und überaus langsam hervorquillt, indem sie die durchbrochenen Wände der Cyste zur Seite drängt (Fig. A. 3). Unterdessen kann man an dem In-

1) Herr Cienkowsky, früher Lehrer der Naturgeschichte an dem Demidow'schen Lyceum in Jaroslaw, ist gegenwärtig als Professor der Botanik bei der Universität zu St. Petersburg angestellt, und ein eben so gründlicher Kenner der Infusorien, wie der Algen. Er ist Verfasser zweier interessanter Aufsätze in Beziehung auf erstere: a. Ueber Cystenbildung der Infusorien, im 3. und 4. Hefte des 6. Bandes der Zeitschr. f. wiss. Zoologie von Siebold und Kölliker, 1855; b. Bemerkungen über Stein's Acineten-Lehre, im Bulletin phys. math. der St. Petersburger Akad. d. W Nr. 19 Tom. XIII. J. 1855.

2) Vergrösserung: 290.

halte der letzteren von Zeit zu Zeit leise Ortsveränderungen der in ihm wahrzunehmenden hellen Bläschen bemerken, und es währt nicht lange, so nimmt man auch dunkel angedeutete Einschnürungen wahr, welche sich allmälig tiefer einsenken und die fein gekörnte Masse viertheilt (Fig. A. 4). Etwa nach Verlauf von einer Stunde werden hie und da zukkende Bewegungen bemerkbar, wodurch zuweilen die Cyste in eine augenblickliche Schwankung geräth, und bald darauf sieht man, wie die zum Theil schon von einander abgeschnürten Individuen sich in die Länge dehnen und an einander hin und her gleiten. Während der Zeit hat sich die oben besprochene Blase mehr ausgedehnt, und bald schlüpft eines der vier Theilsprösslinge (Fig. A. 5) in dieselbe hinein und bemüht sich sie zu sprengen, was ihm allein jedoch nur sehr selten gelingt. Erst nachdem auch die drei anderen Mitbewohner der Cyste sich einzeln in jene Blase hineingedrängt (Fig. A. 6), kann sie ihren vereinigten Anstrengungen nicht länger widerstehen. Schon nach wenigen Sekunden zerreisst sie. Die vier hervorschlüpfenden Individuen (Fig. A. 7) sind in der Regel von fast gleicher Grösse, indessen beobachtete ich einmal, dass ein Paar derselben nur halb so gross, als das andere war. Uebrigens haben diese neugebornen Wesen nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Chlorogonien, so dass man sie unter anderen Umständen für Infusorien anderer Art halten würde. Ihre Gestalt ist unregelmässig länglich, ja sie schlüpfen zuweilen dreieckig aus der Cyste hervor, können sich nach allen Richtungen hin und her biegen und sind von schmutzig-brauner Farbe. Sobald sie ihren Leib einigermaassen geordnet haben, verlassen sie hastig ihre Geburtsstätte und eilen dem Rande des Tropfens zu, um, mit einem Ende untertauchend, wieder in Kugelform zu erscheinen. In diesem secundären Ruhezustande erblasst allmälig die Rostfarbe des Körpers und schon nach wenigen Stunden sieht man die hellgrünen Thierchen spindelförmig oder zuweilen auch Bodo-ähnlich gestaltet herumschwimmen.

Der ganze Prozess, von der Gestaltsveränderung der run-

den Cyste bis zu dem Freiwerden der Sprösslinge, währt im Durchschnitte zwei volle Stunden; oft braucht man jedoch nicht so lange zu beobachten, weil man nicht selten auf Cysten trifft, welche bereits in ihrer Entwicklung vorgeschritten sind.

Da ich später diese Beobachtungen an einem auf anderem Wege erlangten Material oft wiederholt habe, will ich in kurzen Worten angeben, wie man sich auf die einfachste Weise dergleichen Chlorogonien-Cysten verschaffen kann. Man fülle niedrige Reagensgläser zur Hälfte mit dem Wasser an, in welchem man grosse Mengen des *Chlorogonium* entdeckt hat, und lasse es allmälig verdunsten, was noch beschleunigt werden kann, wenn man das Gläschen von Zeit zu Zeit in die Sonne stellt. Zuerst schlägt sich nun eine grüne Masse an die Wände nieder, welche aber allmälig rostfarbig wird. Dort zeigt das Mikroskop grüne (Fig. B), hier rostfarbige Cysten (Fig. A). Man braucht letztere nur 10 bis 12 Stunden auf dem Objektglase unter Wasser aufzubewahren, um ihre Entwicklung zu beobachten. Zu Anfange meiner Beobachtungen, wo ich mir eine Portion solcher Cysten am Nachmittage auf dem Objektglase zurechtlegte und dann selbe mit einem Deckglase, welches ich rings mit Wasser umgab, bedeckte und das Ganze noch vor zu raschem Verdunsten des Wassers dadurch schützte, dass ich das Okularglas Nr. 3 meines Schieck'schen Mikroskops darüber stellte, konnte ich am andern Tage früh Morgens das Wiederaufleben der Cysten beobachten und machte daraus den falschen Schluss, dass dieser Akt nur in den Morgenstunden vor sich gehe. Später legte ich das zu Beobachtende am frühen Morgen zurecht und nun konnte ich den Entwicklungsgang in den Nachmittagsstunden verfolgen. Die kürzeste Zeit, in welcher einige Cysten schon sich zu entwickeln anfangen, ist acht Stunden. Nachträglich muss ich noch hinzufügen, dass die entleerten Cysten noch lange Zeit, selbst Tage lang sichtbar bleiben und allmälig wieder eine fast runde Form bekommen, indem die klaffende durchbrochene Stelle sich zusammenzieht, wie man dergleichen in Fig. A sieht.

Schliesslich nehme ich hiebei Gelegenheit, auf ein höchst zweckmässiges nenes Verfahren znm Aufbewahren von Infnsorien, welches ich ebenfalls dnrch Hrn. Cienkowsky kennen gelernt habe, die Aufmerksamkeit der Naturforscher zu lenken. Er lässt die Thierchen, wo sie in grosser Menge vorhanden sind, mit sammt dem Schlamme, den Conferven oder sonstigen pflanzlichen Beimischnngen des Wassers vollkommen eintrocknen nnd hat dabei die interessante Erfahrung gemacht, dass viele von ihnen, besonders aber solche, welche Cysten bilden, selbst nach vielen Monaten, ja nach Jahresfrist wieder zum Leben erwachen, wenn dergleichen eingetrocknete Stoffe mit frischem Wasser benetzt werden. Ich habe mich selbst von der Wahrheit dieses Faktums überzeugt, indem ich bei ihm die *Nassula ambigua* Stein, die *Stylonychia pustulata* und die *Philodina erythrophthalma* Ehr., und noch einige andere Infnsorien in einem schon vor fast einem Jahre in Jaroslaw eingetrockneten Schlamm-Absatze wieder erwachen sah. Diese Aufbewahrnngsart gibt einestheils die Möglichkeit an die Hand, sich gleichsam eine zu jeder Zeit zu benutzende Menagerie von diesen kleinen Wesen anzulegen, und anderntheils dieselben so eingetrocknet anderen Beobachtern znzusenden, was aus mancherlei Gründen in blossem Wasser nicht immer thnnlich ist. Meine erste Bekanntschaft mit den Chlorogonien-Cysten verdanke ich ebenfalls, wie oben erzählt worden, dieser Methode der Anfbewahrnng.

St. Petersbnrg, den 1. Juni 1855.

Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien.

Von

PROF. MAX SCHULTZE in Halle.

(Hierzu Taf. VI. B.)

Durch die Güte des Professors O. Schmidt in Krakau erhielt ich im April d. J. ein Glas mit lebenden Polythalamien, welche derselbe auf meinen Wunsch in Triest aus dem Schlamme der Bucht von Muggia abgeschlämmt und in Seewasser aufbewahrt hatte. Gromien, Rotaliden, Milioliden krochen nach mehrtägigem ruhigen Stehen des Glases an den Wänden in die Höhe, und sind noch jetzt nach Verlauf von vier Monaten zahlreich lebend zu beobachten. Mein Hauptaugenmerk bei der Verwendung dieses neuen Materials war darauf gerichtet, über die Fortpflanzungsweise dieser Thiere, über welche ich in meiner Schrift: „über den Organismus der Polythalamien" nur Vermuthungen aufstellen konnte, Aufschlüsse zu erhalten. Die Zeit des Frühjahres erschien nach einigen in jener Schrift mitgetheilten Andeutungen die günstige, und wurden meine Bemühungen durch folgende Beobachtungen belohnt.

Eine grössere Miliolide von $^1/_8$''' Durchmesser, der Gattung *Triloculina* d'Orb. angehörig, ohne Zähne in der Mündung, welche sich an der Wand des Glases kriechend fast bis an die Oberfläche des Wassers emporgehoben hatte, fiel mir unter anderen Milioliden theils durch ihre Grösse, theils dadurch auf, dass sie bereits 8—14 Tage unverrückt in derselben Stellung beharrte. Sie hatte sich, wie viele Polythalamien während des Umherkriechens zu thun pflegen, theil-

weise in eine dünne Schicht bräunlichen Schlammes gehüllt, welchen, von der klebrigen Masse der hervorgestreckten Fortsätze gesammelt, ich in anderen Fällen auf eine so bedeutende Quantität vermehrt sah, dass die deutliche Erkennung der Form der Schale bei Untersuchungen mit der Lupe vollständig unmöglich wurde. Den Zeitpunkt, von welchem an das Thier sich nicht mehr kriechend fortbewegte, kann ich nicht genau angeben, erst nachdem mir die unveränderte Lage des Thieres einige Tage hindurch aufgefallen, fing ich an dasselbe mit der Lupe fleissig zu mustern, und bemerkte wieder einige Tage später (am 15. Mai), dass kleine runde, scharf begrenzte Körnchen sich aus dem bräunlichen Schlammüberzuge lösten, und nach einigen Stunden war die Miliolide von etwa 40 solcher Körnchen, die sich nach und nach immer weiter von einander entfernten, umgeben (Fig. 1 bei 15mal Vergr.). Meine Vermuthung, dass hier von der Mutter geborene Junge vorlägen, bestätigte sich sogleich, als ich die ganze Kolonie mit einem Pinsel vom Glase ab auf einen Objektträger brachte und unter dem Mikroskop betrachtete. Es ergab sich, dass die runden Körperchen junge Milioliden waren, denen ganz ähnlich, die ich auf Tab. II. Fig. 1 meiner oben citirten Schrift abgebildet habe. Dieselben besassen eine bei durchfallendem Lichte blass gelbbraun erscheinende Kalkschale, welche aus einem mittleren kugligen und aus einem an diesen sich anschliessenden röhrenförmigen, in einer nicht ganz vollständigen Kreistour um ersteren gewundenen Theil bestand, ohne Scheidewand im Innern, im Durchmesser 0,027''' (Fig. 2, 3 bei 330mal Vergr.). Bald streckten die jungen Thiere aus der vorderen Schalenöffnung ihre contractilen Fortsätze hervor und krochen behend auf dem Objektträger umher. Die eingeschlossenen Theile des Thierkörpers konnten durch die durchsichtige Schale mit grosser Genauigkeit bei stärksten Vergrösserungen wahrgenommen werden, und bestanden aus einer durchsichtigen, äusserst feinkörnigen, farblosen Grundsubstanz, als deren unmittelbare Fortsetzung die hervorgestreckten Fäden aufzufassen, und in dieser eingebettet aus kleinen scharf contourirten

Körnchen, Proteinmolekülen, die in Essigsäure erblassen, und Fettkörnchen, zum Theil von ziemlich bedeutender Grösse und eckig, wie die Dotterplättchen der Fischeier[1]).

---

1) Das bewunderungswürdige, wechselvolle, immer von Neuem anziehende Spiel der fliessenden Fortsätze noch einmal zu beschreiben unterlasse ich, da ich nach oft wiederholten Prüfungen meiner früheren Angaben nichts Neues hinzuzufügen habe. Ebenso wenig haben mir in Betreff der übrigen Organisationsverhältnisse der Polythalamien meine fortgesetzten Untersuchungen Veranlassung gegeben, meine Ansichten, wie ich sie in meiner grösseren Arbeit publizirt habe, in irgend einem wesentlichen Punkte zu ändern, trotz Ehrenberg's neuerlichst in der Akademie zu Berlin vielfach geäusserter Einsprüche und seiner Behauptung, dass es „wissenschaftlich entschieden unstatthaft" sei, die Polythalamien dem Proteus der Polygastern verwandt zu halten (Monatsberichte etc., Mai 1855, p. 287). Was die oft komplizirt verzweigten Schalenkanäle der Polythalamien betrifft, welche Ehrenberg an glücklich versteinerten Arten mit Kieselerde oder kieselsauren Salzen ausgefüllt und durch Behandlung der Schalen mit Säuren leicht übersichtlich darstellbar fand, und aus deren Anwesenheit eine tiefer greifende Complication des Organismus der Bewohner überzeugend hervorgehen sollte, so dürfte es vor der Hand mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden sein, die organische Erfüllung derselben bei lebenden Thieren isolirt und genau zu untersuchen, und so ihre Bedeutung sicher aufzuhellen. Ich halte dieselben für nichts Anderes als Wege, auf welchen die contractile Substanz dieser Thiere nach aussen gelangt, oder in der Schale selbst nach verschiedenen Richtungen zur Verbindung der thierischen Erfüllung der Kammern vertheilt wird. Durch Ehrenberg's Untersuchungen innen verkieselter Polythalamien-Schalen haben mehrere meiner Angaben über den feineren Bau der Schalen lebender Arten eine Bestätigung gefunden, welche um so werthvoller erscheint, als die von Ehrenberg benutzte Methode des Auflösens versteinerter Arten in Säuren jedenfalls weit einfacher und sicherer ist, als die von mir angewandte und bei lebenden allein anwendbare des Anschleifens. So giebt Ehrenberg, freilich ohne meiner im Oktober vor. Jahres ihm bereits bekannt gewordenen Untersuchungen auch nur ein einziges Mal zu gedenken, auf p. 274 des Maiheftes der Monatsberichte der Berl. Akademie dieselbe Deutung des „unerklärlichen Baues der oft mäandrischen Zeichnung" der Schalenoberfläche von *Amphistegina*, wie ich sie auf p. 14 meiner Schrift: „über den Organismus der Polythalamien" niedergelegt habe. Die Beobachtung, dass *Amphistegina* nicht wie d'Orbigny wollte, aus einer doppelten Reihe von Kammern, son-

Trotz aller darauf verwandten Mühe konnte ich in den jungen Milioliden weder Bläschen wie Zellen, noch eine contractile Blase, noch einen deutlich abgegrenzten Kern erkennen, und habe ich nach Anwendung verschiedener chemischer Reagentien, namentlich auch der verdünnten Lösung von doppelt chromsaurem Kali, mit Hülfe deren es z. B. sehr leicht gelingt, sich von der Zusammensetzung des Hydrakörpers aus einzelnen Zellen zu überzeugen, in der Weise wie Leydig kürzlich (Müller's Archiv 1854 p. 270) nachwies, dessen Angaben ich vollkommen bestätigen kann, keine anderen Elementartheile in dem Polythalamienkörper auffinden können, als die von mir auf p. 16 ff. meiner citirten Schrift ausführlich geschilderten.

Die letzte Hälfte der röhrenförmigen Windung der Schale wird von dem thierischen Inhalte nicht ganz ausgefüllt, während der centrale Theil dichter gefüllt erscheint (vgl. Fig. 2). Hier sind die Fetttröpfchen auch in einer Weise angehäuft, dass die Durchsichtigkeit und Klarheit leidet, daher ein Zerdrücken der Schale und Hervorsprossen des Inhaltes zur spezielleren Untersuchung nothwendig ist. Niemals konnte ich, auch wenn eine eigenthümliche Gruppirung des Inhaltes der centralen Kammer entfernt auf ein kernartiges Gebilde im Inneren deutete, nach dem vorsichtigen Zerdrücken einen Kern erkennen, der sich bei Amoeben, Difflugien, Gromien stets so leicht nachweisen lässt, auch wenn bei ganz undurchsichtiger Schale ein Sprengen derselben nothwendig wird. Bei 9 verschiedenen Amoebenarten des süssen Was-

dern nur aus einer einfachen bestehe, gehört ebenfalls mir an, wie p. 14, 47 und 48 meiner Schrift zu lesen, wie ich auch die Verwandtschaft der Amphisteginen mit den Nummuliten, welche entdeckt zu haben Ehrenberg so hervorhebt l. c. p. 285, bereits deutlich ausgesprochen habe, indem ich beide in einer Familie vereinte p. 46 und Tabelle p. 52, 53. Weshalb ferner Ehrenberg den von ihm früher behaupteten Mangel eines Sipho bei *Sorites* und *Orbitulites* neuerlich wiederholt hervorhebt (l. c. p. 287, 288), ist schwer einzusehen, da ihn eine Prüfung meiner Angaben (p. 15 und 50 l. c.) von der Anwesenheit eines solchen überzeugt hätte.

sers, die ich bis jetzt aufgefunden habe, und die sich alle durch die Art ihrer Bewegung, die Form der hervorgestreckten Fortsätze, die verschiedene Mächtigkeit der äusseren, glashellen Rindenschicht, die bei allen Bewegungen stets den fliessenden Körnchen vorangeschoben wird, scharf unterscheiden lassen, sah ich stets einen Kern. Ebenso bei *Difflugia proteiformis, acuminata* und *helix*, bei *Arcella vulgaris* und mehreren *Euglypha*-Arten. Bei *Difflugia proteiformis* sind mir mehrere Male zahlreiche (8—12) Kerne vorgekommen, wie bei *Gromia oviformis* im hinteren Theile der Schale gelegen. Diese Kerne der Süsswasserrhizopoden erscheinen entweder als homogene, hie und da leicht feinkörnige, zähe, elastische Kugeln, oder mit einer Anzahl kleinerer Bläschen oder Kugeln von meist sehr zarten und schwer erkennbaren Contouren gefüllt, wie ich sie von *Gromia oviformis* früher abgebildet habe. Letztere Form scheint eine weitere Entwickelung des Kernes darzustellen als erstere, und findet sich auch häufig bei anderen Protozoen, wie ich selbst bei den verzweigten Kernen der grossen Acineten von *Opercularia* sah, auch Stein bei mehreren Acineten abbildete, und Wagener und Lieberkühn nach mündlichen Mittheilungen auch bei anderen Infusorien mehrfach beobachteten. Bei Zusatz verdünnter Essigsäure werden die im Innern der Kerne enthaltenen Bläschen zuerst etwas deutlicher, und hebt sich nicht selten eine Membran oder durchsichtige äussere Zone von dem körnigen Inhalte ab, bei längerer Einwirkung der Säure schwinden aber die Contouren der inneren Bläschen.

Von solchen Kernen konnte ich weder bei unseren jungen Milioliden noch bei anderen Polythalamien, die ich neuerlichst wiederholt darauf untersuchte, bisher eine sichere Spur entdecken. So wenig ich auch, gestützt auf die Beobachtungen anderer Protozoen, die Anwesenheit solcher Kerne bezweifeln möchte, so bleiben doch die von mir früher auf p. 22 meiner citirten Schrift mitgetheilten wenigen Beispiele die einzigen sicheren.

Forschen wir nun weiter nach der Entstehung der oben beschriebenen jungen Milioliden, so scheint es zunächst nach

der Art, wie letztere zur Beobachtung kamen, kaum zweifelhaft, dass sie auf einer Stufe der Ausbildung das Mutterthier verlassen haben mussten, welche nicht weit hinter der beschriebenen zurückliegen konnte. Die dünne Schicht bräunlicher, aus Bacillarien-Schalen und allerhand anderen zersetzten Stoffen bestehende Masse, welche die erwachsene Meliolide einhüllte, konnte die Jungen vor meinen mit der Lupe musternden Blicken nicht lange verdecken, und wären sie viel früher aus der Mutter hervorgetreten, so bleibt es räthselhaft, warum sie dann nicht auch früher schon jene Brutstätte verliessen, dass vielmehr jetzt erst alle zugleich lebhaft umherkriechend das Weite suchten. Danach wäre es wahrscheinlich, dass die Jungen bereits im Innern des Mutterthieres ihre Kalkschale erhielten. Hier suchte ich denn zunächst nach weiteren Spuren, welche auf die Art der Entstehung der Jungen hätten leiten können. Ein vorsichtiges Zertrümmern der Kalkschale jener Mutter-Miliolide zeigte, dass nur noch wenig Reste einer feinkörnigen, organischen Substanz in derselben enthalten waren, an welcher nach längerem ruhigen Betrachten nichts von Bewegung feiner Sarcodefäden, wie sie sonst an ausgetretenen Theilen der Polythalamienthiere sich häufig zeigen, wahrgenommen wurde. Auch fand sich keine Spur eines Körpers, der für ein in der Entwickelung begriffenes Junge hätte gehalten werden können. Der fast vollständige Mangel eines organischen Inhaltes in der Schale der 8—14 Tage vorher noch umherkriechenden Mutter macht es wahrscheinlich, dass der ganze oder doch der Hauptheil des Körpers der letzteren in den Jungen aufgegangen war, eine Vermuthung, welche sich an die von mir auf p. 26 ff. meiner oben citirten Schrift auf Grund anderer Beobachtungen ausgesprochenen Andeutungen über den Fortpflanzungsprozess der Polythalamien anschliesst. An jener Stelle beschrieb ich Polythalamien-Schalen, welche in dem grössten Theile der Kammern dicht mit dunkelgefärbten Kugeln gefüllt waren, und es lag nicht fern, dieselben für Keimkörner ähnliche Gebilde zu halten. In meinem neuen kleinen Vorrathe von Polythalamien suchte ich sehr eifrig nach

weiteren Aufschlüssen über diese früher beobachteten Kugeln. Ich fand aber nur eine Polythalamie, welche mit solchen Kugeln angefüllt war, welche aber die Frage nach der Bedeutung jener Kugeln in der That ihrer Lösung näher rükken dürfte. Dieselbe gehört einer neuen Species an, die sich ihres Kieselpanzers wegen an die von mir (l. c. p. 61) beschriebene *Polymorphina silicea* anschliesst, aber die Gestalt einer kleinen *Nonionina* besitzt, aus 1½ Windungen mit etwa 10 Kammern bestehend, und vorläufig *Nonionina silicea* genannt werden soll (Fig. 4 lebend mit ausgestreckten Fortsätzen bei durchfallendem Lichte abgebildet, Fig. 6 von vorn gesehen mit der halbmondförmigen doch etwas unregelmässigen Oeffnung an der vordersten Kammer, beide bei 72mal Vergr.). Sämmtliche der letzten Windung angehörende Kammern waren mit runden 0,018''' im Durchmesser haltenden starklichtbrechenden Kugeln ausgefüllt (eine einzelne in Fig. 7 dargestellt bei 72mal Vergr.), deren in den grösseren Kammern 6—8, in den kleineren 3—5 lagen. Dieselben zeigten bei auffallendem Lichte eine eigenthümlich glänzende Hülle, welche sich bei genauerer Untersuchung mit Hülfe von Säuren und beim Zerdrücken, aus lauter kleinen Kieselpartikelchen zusammengesetzt zeigte. Jeder andere thierische Inhalt der Kammern fehlte. Beim Zerdrücken der Kugeln kam etwas molekuläre organische Substanz zum Vorschein. Nach dem was über die Milioliden mitgetheilt wurde, liegt die Vermuthung sehr nahe, dass wir in diesen Kugeln mit Kieselpanzer die Jungen vor uns hatten, welche aus dem Inhalte der Kammern ähnlich wie die Navicellen in einer Gregarine sich gebildet haben mochten, und dazu bestimmt scheinen, entweder nach dem Platzen der Schale oder durch die grössere Oeffnung derselben hervorzuschlüpfen, um dann als centrale erste Kammer durch Anbildung neuer direct in die Form des Mutterthieres überzugehen.

Ist die Deutung der Kugeln als Junge richtig, so ist zugleich für die Genese der Kieselschale dieser Rhizopoden erwiesen, dass dieselbe nicht aus gesammelten Kieselfragmenten gebildet wird, sondern dass das Thier selber die Fähig-

keit besitzen muss, Kieselerde in Form kleinster Körnchen abznsondern. Die Schale unserer neuen Polythalamie besteht ganz, wie bei *Polymorphina silicea,* aus einzelnen grösseren Kieselstückchen und zahllosen kleinen Kieselkörnchen, welche zur Verbindung der grösseren Stücke dienen, und ansgedehnte Partien der Schale ausschliesslich zusammensetzen (vgl. Tab. VI. Fig. 11 loc. cit. u. Fig. 5 der hierzu gehör. Taf.). Bei der Beschreibung der *Polymorphina silicea* sprach ich mich bereits dahin aus, dass die Schale dieser Polythalamie schwerlich allein aus gesammelten Kieselstückchen bestände, wie dies für die ebenfalls kieselschaligen Difflngien des süssen Wassers angenommen worden. Seitdem habe ich *Diffl. proteiformis, acuminata* und *helix* zu untersuchen Gelegenheit gehabt nnd glaube, so bestimmt und häufig auch das Einweben fremder Kieselkörper, wie Sandkörnchen und Bacillarien, in die Schale vorkommt, doch nach der Form der kleinsten Kieselkörperchen annehmen zu müssen, dass auch diese Thiere die Fähigkeit besitzen dergleichen zn secerniren.

Schliesslich erinnere ich an die von P. Gervais im Jahre 1847 der Pariser Akademie mitgetheilten Beobachtnngen über die Fortpflanzung der Milioliden (Comptes rendus 1847, II. p. 467), welche, soweit sie das Gebären lebendiger Junge betreffen, durch meine obigen Angaben ihre vollständigste Bestätigung gefnnden haben. P. Gervais nimmt bei diesen Thieren einen Geschlechtsunterschied an, und behauptet, vor dem Gebärakte je 2 nnd 2 Milioliden in Copula gesehen zu haben. In wie weit der französische Forscher auch in diesem Punkte richtig beobachtete nnd schloss, werden spätere Untersuchungen zu lehren haben.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. *Miliola* (*Triloculina*) von Triest, von zahlreichen Jungen umgeben, an der Wand des Glases festsitzend, bei 15 mal Vergr.

Fig. 2. Junges derselben *Miliola* bei 330 mal Vergr., mit ausgestreckten Fortsätzen.

Fig. 3. Leere Schale einer solchen jungen *Miliola* von vorn gesehen.

Fig. 4. *Nonionina silicea* von Triest, lebend mit ausgestreckten Fortsätzen bei 72 mal Vergr.

Fig. 5. Theile der Kieselschale derselben bei 330 mal Vergr.

Fig. 6. *Nonionina silicea* von vorn, mit der Oeffnung an der vordersten Kammer. Vergr. 72.

Fig. 7. Mit einer Kieselhülle versehene Kugel aus derselben *Nonionina*. Vergr. 72.

Ueber das numerische Verhältniss zwischen den weissen und rothen Blutzellen.

Von

Dr. Ernst Hirt aus Zittau.

(Hierzu Taf. VII.)

Die erste Schätzung des Verhältnisses der Lymphkörperchen zu den rothen Blutzellen machte bereits im Jahre 1838 Rud. Wagner in seinen Nachträgen zur vergleichenden Physiologie des Blutes (p. 22) bekannt, eine Schätzung, die so oberflächlich sie war, dennoch bis in die neueste Zeit der falschen Meinung, das Verhältniss sei auf 1 : 6 bis 1 : 10 festzustellen, als Basis diente. Obwohl schon 1847 Moleschott und Donders dieser Ansicht entgegengetreten (Holländische Beiträge, 1. Bd. p. 369), wurde dieselbe doch erst durch die umfassenden Zählungen Moleschott's, deren Resultate er 1854 in der Wiener Wochenschrift Nr. 8 bekannt machte, vollends beseitigt.

Angeregt durch diese Arbeit Moleschott's und zugleich wesentlich unterstützt durch die technischen Verbesserungen der Vierordt'schen absoluten Zählungsmethode von Dr. H. Welcker (s. Archiv f. wissensch. Hlk. Bd. 1. H. 2. p. 161 u. Prager Vierteljahrsschrift f. prakt. Hlk. XI. Jahrg. 4. Band), habe auch ich über die relative Menge der Lymphkörperchen im Blute Zählungen angestellt, zunächst nur die Verhältnisse der verschiedenen Verdauungsstadien berücksichtigend, später dieselben auch ausdehnend auf die Gefässe der Leber und Milz, auf Leukämie und Wechselfieber.

Ohne dem Verdienst Moleschott's irgend zu nahe treten zu wollen, muss ich doch etwas genauer auf seine Zäh-

lungen und deren Mängel eingehen, und ich will dies, indem ich zugleich meine Art und Weise, die Zählungen vorzunehmen, daneben stelle, um den meinigen da, wo ihre Resultate wesentlich von denen Moleschott's differiren, den grössern Werth der Wahrscheinlichkeit jenen gegenüber zu verschaffen.

Unterscheidung der zu zählenden Blutzellen.

Zuerst und vor allen Dingen sagt uns Moleschott nicht, was er mit seinen acht Zuhörern eigentlich gezählt hat, er spricht stets nur von dem Verhältniss „farbloser" zu gefärbten Zellen, und es ist daher wohl möglich, da der Begriff farblose Zelle ein so subjektiver, so von verschiedenen Beobachtern verschieden deutbarer ist, dass, da hier neun Beobachter die Zählungen anstellten, mitunter eine zwar farblose, aber nicht granulirte Zelle als Lymphkörperchen mitgerechnet wurde. Ich verweise deshalb einfach auf unsere ersten Zählungen, welche mein Freund Dr. Michael gemeinsam mit mir anstellte, und bei denen wir, da wir uns nur an das „farblos" und „gefärbt" hielten, sehr oft in bedeutende Zweifel geriethen, weil der Eine entschieden farblos benannte, woran der Andere noch einen gelblichen Schimmer entdeckte. Die ersten 7 Zählungen unsers Blutes, unter diesen Zweifeln gefertigt, ergaben folgende Resultate;

2—3 Stunden nach dem Frühstück:

Zählung 1,	2 Stunden	: V	: 2870	=	I : 574
„ 2,	2½ „	: III	: 1258	=	I : 419
„ 3,	3 „	: II	: 1581	=	I : 790

1—3 Stunden nach dem Mittagessen:

Zählung 4,	1 Stunde	: VI	: 1476	=	I : 246
„ 5,	2 „	: V	: 1647	=	I : 329
„ 6,	3 „	: V	: 1319	=	I : 264
„ 7,	3 „	: X	: 2151	=	I : 215

Resultate, welche mit Moleschott's Zählungen sehr nahe übereinstimmen, besonders darum, dass kein so bedeutender Unterschied sich geltend macht zwischen den verschiedenen Zeiten nach der Mahlzeit, wie er bei unseren späteren Zäh-

lungen sich energisch hervorhebt. Es handelt sich aber gerade bei Zählungen differenter Körper wesentlich darum, dieselben scharf zu scheiden. Wenn es nun auch bei einem in so steter und wahrscheinlich rascher Veränderung begriffenen Gewebe, wie dem Blute, Schwierigkeiten hat und haben muss, die sämmtlichen Blutzellen in 2 Klassen zu bringen, so lassen sich doch unter den vielen Abstufungen der Färbung, welche einzelne rothe Blutkörperchen zeigen, und unter den kleinen Gestalt- und Grössenveränderungen, welche einzelnen weissen zukommen, diese zwei Kategorien mit grosser Sicherheit festhalten, wenn man als weisse Zelle nur das farblose, granulirte, meist kugelrunde Körperchen mit dunklem Rande betrachtet, welches dem wirklichen Lymphkörperchen gleich bei Zusatz von Wasser, Essigsäure u. s. w. einen oder mehrere Kerne hervortreten lässt. In Bezug auf die verschiedenen Abstufungen in der Färbung und Gestalt der Blutzellen, wie sie mir in einzelnen Fällen in meinem eigenen, mit Salzwasser verdünnten Blute zu Gesicht kamen, muss ich auf meine Dissertation verweisen, wo ich dieselben auch durch Abbildungen zu erläutern versucht habe.

Eben so wie mir erging es übrigens in Betreff der Unterscheidung der einzelnen Blutzellen Herrn Dr. Uhle und Dr. Wagner in Leipzig, welche im vorigen Jahre eben solche relative Zählungen begonnen und mir ihre dabei niedergeschriebenen Protokolle gütigst zur Benutzung überlassen haben. Aus denselben ersehe ich für den Anfang dieselbe Unentschiedenheit und Zweifel bei einzelnen Körperchen, ob sie blassgelb, ob sie farblos, ob weiss zu nennen seien, und sie fanden noch viel mehr solcher zweifelhafter Zellen, als wir, da sie mit 600facher Verdünnung (Welcker'sche Verdünnungsflüssigkeit) nach Defibrination und nach längerem Stehen des Präparates zählten, und dann plötzlich dieselbe leichte Scheidung wie bei uns, als sie als weisse Zellen nur die zugleich entschieden granulirten (Lymphkörperchen) hinstellten, und Resultate, die, soweit sie mit den unsrigen vergleichbar, in jeder einzelnen Zählung mit denselben stimmen. Leider konnten die genannten Herren ihre Zählungen nicht

fortsetzen und es liegen nur sehr wenige nach jener Scheidung der Blutzellen in Lymphkörperchen und nicht granulirte mehr oder weniger gefärbte Körperchen angestellte Untersuchungen vor. Von diesen sind wiederum nur wenige derselben mit den unsrigen vergleichbar, weil die meisten mit Thierblut angestellt wurden, ohne Angabe der Zeit nach dem letzten Fressen. Was aber vergleichbar ist, möge hier folgen, um den Leser möglichst selbst über das Uebereinstimmende urtheilen zu lassen. Die gefundenen Mittel waren:

1. für Katzenblut 2 Stunden nach der Fütterung : I : 703
   ich fand für mein Blut (s. Z. 49) . . . . : I : 780
2. für Ochsenblut im nüchternen Zustande . . : I : 1919
   ich fand für mein Blut (s. Z. 8—12) . . . : I : 1761
3. junger Mann von 20 Jahren, 2½ Stunden nach dem Frühstück . . . . : I : 1586
   ich fand für mein Blut (s. Z. 19—21) . . : I : 1514
4. junger Mann mit intermittens quotidiana, 3 Stunden nach dem Frühstück . . . . . : I : 3372
   ich fand bei intermittens zu derselben Zeit (s. Z. 65) . . . . : I : 2738

Da nun aber Moleschott nirgends von einer Schwierigkeit der Unterscheidung spricht, nirgends von einem Zweifel, ob farblos, ob nicht, während er doch eben überall nur vom Verhältniss „farbloser" zu „gefärbten" Zellen redet, so muss ich Angesichts des so eben Mitgetheilten es für möglich halten, dafs seine 8 Zuhörer, ebenso wie wir im Anfange, hauptsächlich nur sich an das „farblos" und „gefärbt" hielten; und wenn 8 verschiedene Beobachter zählen, sich also 8 subjektive Unterscheidungsmeinungen zwischen farblos und farbig bilden, dann kann ich nur bewundern, dass Moleschott's grösste Schwankung zwischen den resultirenden Mittelzahlen (bei Knaben von I : 115 bis I : 526) nicht mehr beträgt, als 1 : 4,58.

Zählungsmethode.

Was die ganze Zählungsmethode Moleschott's anbelangt, so empfiehlt diese sich sehr durch ihre ansprechende

Einfachheit; ich habe sie in ihren Grundzügen befolgt, glaube jedoch, dass ich durch die Anwendung des Welcker'schen Zählgitters und Schiebapparats (Arch. f. wissensch. Hlk. Bd. I. H. II.) mich wesentlicher Verbesserungen zu erfreuen habe.

Moleschott entnimmt jedesmal das Blut der Spitze des kleinen Fingers, verdünnt es mit gesättigter Glaubersalzlösung und zählt nun je 7 Sehfelder durch. Das Sehfeld ist durch 3 im Ocular angebrachte Haare in 6 Sectoren zerlegt. Von je 7 Sehfeldern theilt er uns das Mittel mit. Warum aber nicht die absolut gezählten Körperchen? Dann hätte man doch wenigstens ein Bild, wie stark er verdünnte, ob viel Körper auf einem Sehfeld lagen, wobei wegen der unbequemen Sectoren die Zählung ungenau werden musste, oder ob die Zellen schon vereinzelt waren, wo wiederum 7 Sehfelder zu durchzählen zu wenig war. Aber er theilt uns darüber nichts mit; wir erfahren auch nicht, wie er sein Blut verdünnte, ob unmittelbar erst auf dem Objektglase, ob vorher in einem grössern Gefässe. Ich habe mich daher zweier Verdünnungsmethoden bedient, die sich gegenseitig kontroliren sollten, und deren gegenseitige Kontrolen meinen Zählungen, glaube ich, ein gutes Zeugniss geben, da beider Resultate genau mit einander übereinstimmen. Ich habe sie bei den einzelnen Zählungen unten durch (M. I.) und (M. II.) geschieden, und habe ich auch zuletzt ausschliesslich die 2. Methode angewandt, weil sie mir bequemer, so ist dies doch eben nur grösserer Bequemlichkeit halber geschehen, nicht wegen grösserer Genauigkeit.

Methode I. Auf das Objektglas (Welcker's Zahlenmikrometer) wurde ein Tropfen Verdünnungsflüssigkeit gebracht, darunter ein wenig Blut (das wieviel lernt man bald nach der entstehenden Farbe bestimmen), frisch aus einer Stichwunde in der Spitze des kleinen Fingers entleert, mit einer silbernen Nadel möglichst genau und gleichmässig verrührt. —

Methode II. In ein zu verschliessendes Gefäss, in welchem sich 3,5 C.C. Verdünnungsflüssigkeit befanden, wurde ein Tropfen Blut, wie er freiwillig von einer frischen Stich-

wunde im kleinen Finger abtropfte, fallen gelassen, durch tüchtiges Umschütteln die Blutkörperchen möglichst gleich vertheilt, davon ein Tropfen auf das Zahlenmikrometer gebracht und nach nochmaligem Umrühren mit der Nadel erst mit dem Deckplättchen bedeckt. Es wurde so eine circa 90fache Verdünnung erzielt, bei welcher auf jedem Felde des Welcker'schen Zählgitters circa 30-50 Körperchen lagen, eine Verdünnung, die ich nach mehreren Versuchen als die mir zum Zählen bequemste erkannte, und die für meine relativen Zählungen durchaus nicht zu gering ist, indem es bei Benutzung des Welcker'schen Zählgitters auch bei dieser Verdünnung schon grosse Oberflächlichkeit des Zählens voraussetzte, wenn man auf einem Felde sich um mehrere Körperchen verzählen könnte.

Beide Methoden sind einfach und bequem, und dass eben in ihrer Einfachheit kein Vorwurf liegt, das kann nur durch die übereinstimmenden Resultate der Einzelzählungen bewiesen werden, und ich glaube, ich darf dies von meinen Zählungen behaupten.

Vertheilung der Blutzellen.

Die einzelnen Blutzellen liegen bei beiden Methoden streng von einander geschieden, nirgends an einander haftend, was besonders von den granulirten zu erwähnen. Sie zeigen bei beiden Methoden eine sehr gleichmässige Vertheilung über die einzelnen Felder, welche bei M. II. fast noch schöner ist, als bei M. I. Und dass bei meinen Methoden der sich in dünnen Flöckchen ausscheidende Faserstoff keine Lymphkörperchen in sich schliesst, dafür dient als Beleg einmal, dass ich mehrfach solch feine Flocken untersucht und nie ein weisses Körperchen in ihnen entdeckte, während die Faserstoffgerinsel bei geronnenem oder defibrinirtem Blute dieselben haufenweis einschliessen, andrerseits aber auch meine Vergleiche zwischen nicht defibrinirtem und defibrinirtem Blute (s. unten), welche mit den von Welcker bekannt gemachten annähernd übereinstimmen.

Fingerstichblut.

Was Welcker gegen das Fingerstichblut, wie es Vierordt benutzt, einwendet (a. a. O. p. 171) wegen Beimengung des liquor nutritins der Nachbartheile und wegen Verstopfung der kleinern Blutgefässe durch Blutkügelchcu, findet theils auf Zählnngen, wo es sich nur um relative Mengen handelt, eine sehr relative Anwendung, theils, wenn es wirklich znr Fehlerquelle wird, muss dieselbe so enorm constant sein, da die einzelnen Zählungen so stimmen, dass die Vergleichbarkeit der verschiedenen Zählungen dadurch gar nicht beeinträchtigt wird. Andrerseits sehe ich wirklich nicht ein, wie Welcker durch seinen „methodischen Schröpfkopf“ (Prager Vierteljahrsschrift, XI. Jahrgang, 4. Band), dem er doch den entschiedenen Vorzug giebt, den liqnor nutritius vermeiden oder die Verstopfung kleiner Blntgefässe heben will. Uebrigens habe ich, wie es Vierordt empfiehlt, mehrfach den ersten Tropfen weggewischt und erst den zweiten benutzt, mehrfach aber auch sofort den ersten, nnd stets dieselben Resnltate erhalten.

Welcker's Zählgitter und Zählschranbe.

An dieser Stelle nehme ich auch Gelegenheit, meinen herzlichsten Dank hiermit Herrn Dr. Uhle und Herrn Dr. Wagner auszndrücken, welche mit seltener Güte mich unterstützten, mir nicht nur ihre Protokolle und ihren guten Rath zur Verfügung stellten, sondern anch der erstere mir sein Microscope coudé von Oberhäuser, an welchem er den Welcker'schen Schiebapparat hatte anbringen lassen, letzterer mir sein Welcker'sches Zählgitter auf eine Reihe von Monaten geliehen haben. Es ist der Welcker'sche Schiebapparat mit seinem Zählgitter oder Zahlenmikrometer, wie er es nennt, eine so praktische Einrichtung, dass man nnr einmal damit gezählt zu haben braucht, um einzusehen, wie unbequem und ungenügend daneben die Moleschott-schen vereinzelten 7 Sehfelder dastehen. Ich kann mich hier auf keine genaue Beschreibung derselben einlassen und muss die sich dafür Interessirenden auf des Autors Schilderung

nebst Abbildung im Archiv a. a. O. p. 164 bis 167 verweisen, nur das will ich noch hervorheben, dass man bei ihrem Gebrauche nach kurzer Uebung dahin gelangt, dass man mit Bequemlichkeit ohne Gehülfen in einer Stunde 6000 Körperchen zu durchzählen im Stande ist.

Welcker's Verdünnungsflüssigkeit.

Noch einige Worte über Welcker's Verdünnungsflüssigkeit, bestehend aus 20 Gr. Kochsalz auf 200 C.C. Wasser. Ich habe gleich von Anfang an mich derselben bedient, weil eine gesättigte Salzlösung, wie sie Moleschott benutzt, a priori nur ungünstigen Einfluss auf die Unterscheidung der Blutkörperchenarten erwarten lässt, besonders aber auch, weil Herr Dr. Uhle, der verschiedene Versuche mit verschiedenen Verdünnungsflüssigkeiten angestellt hatte, mir dieselbe als die brauchbarste empfahl. Ich kann dem Lobe, welches Welcker derselben ertheilt, nur beistimmen. Wenn man frisches Blut mit ihr verdünnt, so zeigen sich die einzelnen Blutzellen wunderbar hübsch und klar, etwas mehr verkleinert als die normalen erscheinend durch das Verschwinden der centralen Depression, und erst gegen das Ende der Zählung treten einzelne gezackte und erblasste Formen hervor. Dass nach 24 Stunden ruhigen Stehenlassens die Flüssigkeit über dem Bodensatze noch fast wasserhell erscheint, zur Bewahrheitung der Behauptung, dass sich keine rothen Zellen auflösen oder ihres Farbstoffs beraubt werden, kann ich auch für mehrere Tage nur bestätigen. Es mögen nun nur noch einige wenige Versuche folgen, die ich angestellt, um darzuthun, dass sich auch keine granulirten Körperchen lösen, in ihrer geringen Anzahl gewiss genügend, da es a priori sehr unwahrscheinlich ist, dass sich Lymphkörperchen auflösen würden in einer Flüssigkeit, welche die gefärbten Zellen erhält, mit Rückblick auf die bekannte Thatsache, dass in gewöhnlichem Wasser, welches die rothen Zellen unsichtbar macht, die granulirten nicht verschwinden.

Für's erste beweisen schon meine 6 Zählungen nach dem Abendessen (s. unten), von denen ich das Blut mit der Ver-

dünnungsflüssigkeit, um meine Augen durch Abendzählungen nicht zu sehr anzugreifen, bis zum andern Morgen stehen gelassen, die so gut stimmen mit denen nach dem Frühstück und Mittagessen, dass sich in der That keine Lymphkörperchen gelöst hatten; sodann habe ich auch mehrmals sofort bei dem frischen Präparate eine Längsreihe flüchtig überfliegend, um zuerst die Zahl der darauf liegenden granulirten Zellen allein zu bestimmen, und dann erst auf derselben Reihe gefärbte Zellen und Lymphkörperchen gründlich durchzählt; es waren folgende Zählungen: (s. unten)

	gefärbte Zellen.	granulirte flüchtig gezählt.	granulirte genau gezählt
Zählung 83.	3336.	V.	V.
„ 86.	4404.	VIII.	IX.
„ 87.	3851.	IX.	IX.
„ 88.	4501.	VIII.	IX.
„ 89.	3487.	VII.	VII.

Diese Zählungen beweisen wenigstens, dass sich in einer Zeit von ½ bis ¾ Stunden keine Lymphkörperchen auflösen; es mögen sich nun noch 2 Zählungen anreihen, wo ich das den Tag vorher durchzählte Blut 24 Stunden mit der Verdünnungsflüssigkeit stehen liess und dann wieder durchzählte.

Zählung 57. Lebervenenblut.

1. Tag. XIX : 1294 = I : 68

24 St. später, 2. Tag. XXI : 1942 = I : 92

Zählung 81. Blut nach 30 gtt. tinct. ferr. pom. ½ St.

1. Tag. VIII : 4985 = I : 623

24 St. später, 2. Tag. VI : 3801 = I : 633

Schwankungen der Moleschott'schen Mittelzahlen und der meinigen.

Abgesehen aber von allen in der Art und Weise meiner Zählungen liegenden Vorzügen möge der Leser selbst gegenüber den Schwankungen der Moleschott'schen einzelnen Mittelzahlen und der meinigen richten, welchen der grössere Werth der Wahrscheinlichkeit zukommt. Bei Moleschott

schwanken die Mittelzahlen der einzelnen Rubriken im Mittel wie 1 : 2,5, seine grösste Schwankung findet sich bei den Knaben 1 : 4,58 (von I : 115 bis I : 526), seine geringste bei den nicht menstrnirten Mädchen, 1 : 1,5 (von 1 : 320 bis I : 490). Was aber bei ihm die geringste Schwankung ist, das ist nnter allen meinen einzelnen Rubriken die grösste: 1 : 1,5 (bei den Zählungen 2½ bis 4 Stunden nach dem Mittagessen von I : 1200 bis I : 1858), und während Moleschott nur hoffen konnte, dass die Mittel aus den Mitteln ein annähernd richtiges Verhältniss ergeben würden, darf ich von jeder einzelnen meiner Zählungen behaupten, dass ihr Resultat dem Mittel aus den übrigen ziemlich nahe kommt.

Welcker's Zählungen farbloser Zellen.

Bevor ich zur Mittheilung meiner Resultate übergehe, will ich nur noch mit wenigen Worten der „Zählungen farbloser Blutkörperchen" (im Ganzen 3 Stück), welche Dr. Welcker in der Prager Vierteljahrsschrift (XI. Jahrgang 4. Bd.) bekannt gemacht hat, gedenken. Er stellt sie an nach Art seiner absoluten Zählungen, nur dass er die rothen Körperchen durch 26fache Wasserverdünnung unsichtbar macht (dass sich Lymphkörperchen oder gewisse Altersstufen derselben bei dieser blossen Wasserverdünnung auflösen, sagt er einfach, fürchte er nicht). Seine Zählungen sind noch so gering, dass ihre Resultate kein Urtheil zulassen über die Trefflichkeit oder Nichttrefflichkeit seiner Methode; nur möchte ich meinen Zählungen gegenüber den Schluss, welchen Welcker Betreff derartiger Zählungen aus der Beweglichkeit der rothen nnd der Trägheit der Lymphkörperchen zieht: „dass die Vertheilung und Mengnng beider Körperchen dadurch so ungleich werde, dass schwerlich sichere Schlüsse gezogen werden könnten", etwas in Zweifel ziehen.

Er hat also im Ganzen 3mal gezählt, 2mal bei kranken Franen, einmal bei sich selbst, 2mal mit Aderlass, einmal mit methodischem Schröpfkopf, nnd trotzdem, dass er bei Zählnng I die rothen Zellen auf noch nicht ganz 2 Millionen pro C. M., also ein ungemein niedriger Stand, bestimmt hat,

trotzdem dass er es mit einem „räthselhaften Krankheitszustande", einer Hysterie und einem gesunden Manne zu thun hat, zieht er aus den sehr differirenden Mittelzahlen (I : 157, I : 506, I : 341) wiedernm das Mittel I : 335, nimmt aus den 48 Beobachtungen Moleschott's ebenfalls das Mittel, wobei Kinder und Greise, Männer und Mädchen mit oder ohne Menstruation zusammengeworfen snd: I : 357, und vergleicht beide Verhältnisse.

Resultate meiner Zählungen.

Die meisten dieser Zählungen habe ich an meinem eigenen Blnte angestellt. In einem Alter von 22 Jahren, mit ziemlich kräftigem Körperbau, seit 4 Jahren mich einer nie auch nur kurze Zeit getrübten Gesundheit erfreuend, darf ich mir schmeicheln, mich den normal bekörperten und Körperchen haltigen (pro C. M. circa 5 Millionen) und den normal lebenden Jünglingen beizählen zu dürfen, und zugleich der Hoffnung Raum gebend, dass das, was ich für mein Blut als gültig gefunden, auch dem Normalzustande wirklich entsprechen werde. Um jedoch hierin sicher zu sein, habe ich das Blut meines Freundes, des Dr. Michael, eines kräftigen jungen Mannes, mit dem meinigen verglichen und ganz entsprechende Resultate gefnnden. Beide Blutarten sind im Folgenden durch „Blut v. M.", Dr. Michael's Blut, und „Bl. v. E.", mein Blut, geschieden; und da eine Zählung vom Blute eines andern meiner Freunde, Herrn Dr. Geissler (Z. 27. Bl. v. G.), ebenfalls mit dem unsrigen ausgezeichnet stimmte, habe ich in der Folge nur noch mein Blut benutzt, es als normales betrachtend. Meine Lebensweise habe ich möglichst regelmässig eingerichtet, für den Tag 3 Mahlzeiten festgesetzt, Frühstück, bestehend aus einer Semmel benebst 3 Tassen Kaffee, Mittagessen gemischte Kost, aber reichlich benebst einer Tasse Kaffee, und Abendessen ein Beefsteak benebst einem Töpfchen Bairisch.

Die einzelnen Zählungen habe ich zwar in fortlaufender Nummer aufgeführt, doch habe ich jedesmal das Datum bei-

gesetzt, damit man auch die an demselben Tage zu verschiedenen Zeiten angestellten, hier natürlich getrennten Zählungen unter einander vergleichen könne.

Betreff der Beendigung einer jeden Einzelzählung muss ich noch Folgendes hervorheben: ich habe ein für allemal vom Rande des Deckplättchens anfangend den in der Mitte des Welcker'schen Zählgitters sich befindenden Doppelstrich als Gränze meiner Zählungen festgesetzt, also jedes mal circa 120 Felder des Zählgitters durchzählt. Bei Meth. I, wo ich die Verdünnung nur nach der entstehenden Färbung bemessen konnte, habe ich demgemäss sehr schwankende Summen der direkt gezählten rothen Blutzellen erhalten; bei Meth. II. dagegen, wo die Verdünnung immer nahezu dieselbe blieb, circa 30–50 Körperchen auf einem Felde, auch fast immer ziemlich gleiche Summen der direkt gezählten Körperchen, von 4000 bis 5000 circa, erhalten, ein Grund mehr, weshalb ich der 2. Methode den Vorzug gebe. Man vergleiche die hier mit M. II. bezeichneten und die unten bei Einwirkung von tonicis erhaltenen Zahlen (Zählung 70–89.). Um mir den Vorwurf der Einseitigkeit zu ersparen, muss ich auch das noch erwähnen, dass ich mit den Längsbahnen des Zählgitters stets gewechselt habe, bald genau in der Mitte des Deckplättchens, bald unmittelbar am Rande zählend.

So möge man denn die verschiedenen Methoden, die verschiedenen Blutarten und die bei denselben Rubriken oft weit aus einander stehenden Zählungstage berücksichtigen, trotz welcher Verschiedenheiten doch stets übereinstimmende Resultate erzielt wurden. Es bedarf nun noch der Erwähnung, dass die nach links stehenden Zahlen die Summe der direkt gezählten Körperchen angeben, die nach rechts die einfachen Verhältnisszahlen; dass die römischen Ziffern den granulirten, die arabischen den gefärbten Blutzellen entsprechen, erhellet von selbst.

Zählungeu zu verschiedeneu Tageszeiten.

1. Früh nüchtern, 10—12 Stunden nach dem Abendessen.

Z. 8.	$^{24}/_{11}$ 54.	VI	:	11013	=	I : 1836	M. I. Bl. v. E.
„ 9.	$^{26}/_{11}$ 54.	IV	:	7053	=	I : 1763	M. I. Bl. v. E.
„ 10.	$^{2}/_{5}$ 55.	III	:	5180	=	I : 1730	M. II. Bl. v. E.
„ 11.	$^{11}/_{5}$ 55.	III	:	4644	=	I : 1548	M. II. Bl. v. E.
„ 12.	$^{12}/_{5}$ 55.	III	:	5565	=	I : 1855	M. II. Bl. v. E.
Summa		XIX	:	33455	=	I : 1761	

2. $^{1}/_{2}$—1 Stunde nach dem Frühstück.

Z. 13.	$^{12}/_{11}$ 54.	1 St.	VIII	:	5013	=	I : 627	M. I. Bl. v. M.
„ 14.	$^{24}/_{11}$ 54.	$^{3}/_{4}$ „	XIII	:	8207	=	I : 631	M. I. Bl. v. E.
„ 15.	$^{11}/_{5}$ 55.	$^{3}/_{4}$ „	VI	:	4063	=	I : 677	M. II. Bl. v. E.
„ 16.	$^{12}/_{5}$ 55.	$^{3}/_{4}$ „	V	:	3813	=	I : 763	M. II. Bl. v. E.
„ 17.	$^{13}/_{5}$ 55.	$^{1}/_{2}$ „	VI	:	4853	=	I : 800	M. II. Bl. v. E.
„ 18.	$^{2}/_{6}$ 55.	$^{3}/_{4}$ „	V	:	3916	=	I : 782	M. II. Bl. v. E.
Summa			XLIII	:	29865	=	I : 695	

3. $2^{1}/_{2}$—3 Stunden nach dem Frühstück.

Z. 19.	$^{5}/_{11}$ 54.	$2^{1}/_{2}$ St.	III	:	4520	=	I : 1506	M. I. Bl. v. M.
„ 20.	$^{12}/_{12}$ 54.	3 „	II	:	2997	=	I : 1500	M. II. Bl. v. E.
„ 21.	$^{2}/_{6}$ 55.	$2^{1}/_{2}$ „	III	:	4592	=	I : 1531	M. II. Bl. v. E.
Summa			VIII	:	12109	=	I : 1514	

4. $^{1}/_{2}$—1 Stunde nach dem Mittagessen.

Z. 22.	$^{5}/_{11}$ 54.	1 St.	VII	:	2986	=	I : 427	M. I. Bl. v. M.
„ 23.	$^{12}/_{11}$ 54.	1 „	VIII	:	3159	=	I : 395	M. I. Bl. v. E.
„ 24.	$^{18}/_{11}$ 54.	1 „	V	:	1688	=	I : 339	M. I. Bl. v. E.
„ 25.	$^{12}/_{11}$ 54.	$^{1}/_{2}$ „	XIII	:	4985	=	I : 384	M. I. Bl. v. E.
„ 26.	$^{22}/_{11}$ 54.	1 „	XIX	:	8962	=	I : 472	M. I. Bl. v. E.
„ 27.	$^{29}/_{11}$ 54.	1 „	XV	:	6979	=	I : 465	M. I. Bl. v. G.
Summa			LXVII	:	28759	=	I : 429	

5. 2½ – 4 Stunden nach dem Mittagessen.

Z. 28.	4/11 54.	3½ St.	III :	4400	= I : 1467	M. I. Bl. v. M.
„ 29.	5/11 54.	3 „	III :	5574	= I : 1858	
„ 30.	6/11 54.	3 „	II :	2944	= I : 1472	
„ 31.	8/11 54.	2½ „	II :	2467	= I : 1233	M. I. Bl. v. E.
„ 32.	18/11 54.	2½ „	IV :	4766	= I : 1200	
„ 33.	19/11 54.	2½ „	II :	2718	= I : 1359	
„ 34.	19/11 54.	4 „	V :	7950	= I : 1590	
„ 35.	22/11 54.	4 „	III :	4919	= I : 1639	M. II. Bl. v. E.
„ 36.	8/5 55.	3 „	IV :	5725	= I : 1431	
		Summa	XXVIII :	41463	= I : 1481	

6. ½ – 1 Stunde nach dem Abendessen.

Z. 37.	12/6 55.	½ St.	IX :	4105	= I : 456	M. II. Bl. v. E.
„ 38.	15/6 55.	¾ „	VII :	4221	= I : 600	
„ 39.	17/6 55.	1 „	VI :	3645	= I : 607	
		Summa	XXII :	11971	= I : 544	

7. 2½ – 3½ Stnnde nach dem Abendessen.

Z. 40.	12/6 55.	3½ St.	IV :	5303	= I : 1326	M. II. Bl. v. E.
„ 41.	17/6 55.	3½ „	IV :	4436	= I : 1109	
„ 42.	20/6 55.	2½ „	III :	3756	= I : 1252	
		Snmma	XI :	13495	= I : 1227	

NB. Bei den beiden vorhergehenden Rubriken, bei den Zählungen 37 – 42. entnahm ich zwar das Blut zur angegebenen Zeit meinem Finger nnd verdünnte es, liess es aber mit der Verdünnnngsflüssigkeit bis zum folgenden Morgen stehen, wo es erst durchzählt wurde. Cf. das oben unter „Welckers Verdünnungsflüssigkeit" Angeführte.

Um zn sehen, ob der Anfangspunkt des Steigens der Lymphkörperchen sofort nach beendigter Mahlzeit oder erst einige Minuten nachher zn setzen sei, machte ich noch 3 Zählungen je 10 Minnten nach Beendignng des Essens, und erhielt Resultate, welche beweisen, dass binnen dieser 10 Minuten sicher noch keine Zunahme derselben stattgefunden hat.

10 Minuten nach dem Frühstück.

Z. 43. $^{9}/_{5}$ 55. II : 3799 = I : 1899 M. II. Bl. v. E.

10 Minuten nach dem Mittagessen.

Z. 44. $^{14}/_{5}$ 55. II : 3438 = I : 1719 } M. II. Bl. v. E.
„ 45. $^{20}/_{5}$ 55. III : 4524 = I : 1508 }

Summa V : 7962 = I : 1592

Aus den vorstehenden Zählungen (Z. 8–45.) construirte ich nun die beifolgende Curve.

Die oben stehenden Zahlen zeigen die Tagesstunden, die an der Seite angeführten die jedesmalige Menge der gefärbten Blutzellen auf ein Lympbkörpercben. Die als „Frühstück, Mittag- und Abendessen“ bezeichneten Stunden (8, 1, 8) bedeuten jedesmal das Ende der betreffenden Mahlzeit, nach welchem sich nach 10 Minuten das Verhältniss auf derselben Höhe, wie vor dem Essen, erbält, worauf das Aufwärtssteigen beginnt. Die stark ausgezogenen Strichc bezeicbnen die zu den betreffenden Tageszeiten direkt bestimmten Verhältnisse, die unterbrochenen die daraus nothwendig resultirenden Zwischenlinien.

Um aber meine Curve zu prüfcn und zugleich zu sehen, ob eine einzeln angestellte Zäblung auch stets annähernd das richtige Verhältniss träfe, zählte icb nocb einige Mal zu Zeiten, welche in die hier unterbrochen gezeichneten Zwiscbenlinien fielen. Die betreffenden Stunden sind auf den Curven durch Krcuzcben bezeichnet. Ich erhielt Folgendes:

$1^{3}/_{4}$ Stunde nach dem Frühstück.

Der Curve nacb wäre zu erwarten: I : 1100, ich erbielt:

Z. 46. V : 5118 = I : 1023. M. II. Bl. v. E.

20 Minuten nach dcm Mittagessen.

Das Kreuz an der Curve bezeichnet das Verhältniss: I : 950, ich erhielt:

Z. 47. III : 2701 = I : 900 } M. II. Bl. v. E.
„ 48. VI : 4971 = I : 828 }

Summa IX : 7672 = I : 852

2 Stunden nach dem Mittagessen.
Nach der Curve zu erwarten: I : 1100, ich erhielt:
Z. 49. V : 3905 = I : 780. M. II. Bl. v. E.

So, glaube ich, darf ich meine Curve als annähernd richtig bezeichnen, wenn auch vielleicht genaue Zählungen von jeder einzelnen Stunde ihr eine noch etwas modificirte Gestaltung geben dürften.

Dürfen wir das Verhältniss der granulirten Zellen zu den rothen als Ausdruck der Verdauungsthätigkeit ansehen, so würden wir das Maximum der Verdauung $\frac{1}{2}$–1 Stunde nach Beendigung jeder Mahlzeit anzusetzen haben, während nach $2\frac{1}{2}$–3 Stunden das Verhältniss schon wieder nahe zu dem des nüchternen Zustandes herabgesunken erscheint; und wenn Abends trotz gleich kräftiger Nahrungszufuhr, wie Mittags, doch das Maximum nicht ganz die Höhe des Mittags gefundenen erreicht, so scheint dafür auch Abends ein etwas langsameres Sinken von der Höhe statt zu haben. Von grossem Interesse wäre es allerdings, nun mit diesen von mir verzeichneten Verhältnissen die Zahl der absoluten Mengen der rothen Blutzellen zu verschiedenen Tageszeiten in Vergleich zu setzen.

Das ganze Bild der Curve erinnert, wenn auch nicht lebhaft, so doch annähernd an die von Lichtenfels und Fröhlich in ihren Temperatur- und Pulsbeobachtungen für die verschiedenen Tageszeiten aufgezeichneten Curven, besonders an die des Pulses im Mittel aus zwei verschiedenen Beobachtungen, Taf. III. (Cf. III. Band der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.)

Zählungen des Blutes aus Milzarterie, Milzvene, Pfortader und Lebervene.

Angeregt durch die interessanten Vergleichungen Lehmanns und Funkes in Betreff der Blut zuführenden und Blut ableitenden Gefässe bei Leber und Milz (cf. Lehmann, Lehrb. d. physiol. Chemie, 2. Aufl. 2. Bd. p. 86 u. Henles u. Pfeuffers Zeitschrift f. rationelle Medizin, N.F. 1 Heft)

für mich besonders anziehend durch die Angabe der Verschiedenheit der einzelnen Blutarten betreff des Gehaltes an granulirten Zellen, beschloss ich durch einige Zählungen ebenfalls auf diese Gegensätze hinzuweisen. Allerdings waren die Verhältnisse, unter denen ich zählte, nicht günstig, da den Fleischern, an die ich mich wenden musste, stets daran gelegen ist, das geschlachtete Thier in möglichst kurzer Zeit blutleer zu machen. Nach einigen wegen vollkommner Erreichung dieses Fleischerzweckes missglückten Versuchen an Ochs und Schaf, fand ich bei Kälbern noch die günstigsten Verhältnisse; bei den angegebenen 3 Zählungen Milzarterie und Milzvene noch gut mit Blut gefüllt, Pfortader und Lebervene zwar schon sehr blutleer, aber doch zu meinem Zweck noch auslangendes Blut enthaltend. Es versteht sich von selbst, dass ich bei dem Schlachten zugegen war und das Blut sobald als irgend möglich aus den betreffenden Gefässen entleerte und sofort verdünnte. Gerinnung des Blutes hatte ich nur ein einziges Mal in der Pfortader, welche beim Schlachten eingeschnitten worden war (s. unten Z. 60.), sonst nie. Die Resultate bei Milzarterie und Milzvene stimmen sehr gut unter sich, die bei Pfortader und Lebervene sind wenigstens vergleichbar.

Alle 3 benutzten Kälber befanden sich in **nüchternem** Zustande, sie hatten länger als 12 Stunden keine Nahrung bekommen. Ueberall, wie schon erwähnt, wurde Meth. II. angewandt.

Milzarterie und Milzvene.

D. 9/5 55.

Z. 50.	Milzarterie:	II	: 5200	= I : 2600
„ 51.	Milzvene:	XXIII	: 1701	= I : 74

D. 24/5 55.

Z. 52.	Milzarterie:	II	: 3686	= I : 1843
„ 53.	Milzvene:	XXII	: 1178	= I : 54

D. 25/5 55.

Z. 54.	Milzarterie:	II	: 4189	= I : 2095
„ 55.	Milzvene:	XXII	: 1810	= I : 82

Diesen Zahlen gegenüber können wir uns mit Sicherheit der Funkeschen Behauptung, dass in der Milz granulirte Zellen gebildet würden, anschliessen. Doch muss ich auf die ziemlich bedeutende Differenz meiner Angaben, im Mittel für die Milzvene I:60, mit denen Funkes und Vierordts hinweisen. Funke (a. a. O.) sagt: „Ich habe Objekte vor mir gehabt, wo die farblosen Zellen nach ungefährer Schätzung mindestens ein Viertheil der Zellen überhaupt ausmachten", und Vierordt (Beiträge zur Physiologie des Blutes im Archiv f. physiol. Hlk., Jahrg. XIII. p. 410) fand 1¼ Stunde nach dem Tode in der Milzvene eines Hingerichteten das Verhältniss I:4,9; beide Angaben stimmen unter sich, aber streiten gegen die meinigen. Zu Gunsten dieser muss ich aber Funke gegenüber auf die grosse Trüglichkeit solcher „ungefähren Schätzungen" auch für ein geübtes Auge aufmerksam machen, da man ja nach eben solchen Schätzungen für das Gesammtblut bis vor Kurzem das Verhältniss I:8 annahm, und Vierordts Resultaten entgegen möchte ich geltend machen, dass sich bei Leichenblut, in welchem schon Gerinnung eingetreten ist, nie auf sichere Resultate rechnen lässt, und dass man, je nachdem man bei der Blutentnehmung aus den Gefässen mit Faserstoffgerinseln in Berührung kommt oder nicht, Präparate mit viel granulirten Zellen oder mit nur wenigen erzielen kann. Auch hat Vierordt ja nur eine einzige Zählung gemacht, und ich habe dieser 3 unter sich übereinstimmende Resultate entgegenzusetzen.

Pfortader und Lebervene.

Es war von vorn herein zu erwarten, dass ich hier nicht so gut stimmende Resultate erhalten würde, wie bei Milzvene und Milzarterie, da ich bei der bedeutenden Blutleere nicht auf normale Verhältnisse rechnen, bei der Pfortader nicht wissen konnte, ob ich nicht zu viel oder zu wenig übergetretenes Milzvenenblut erhalten würde, bei der Lebervene nicht, ob nicht viel Blut aus der Hohlader sich beigemengt habe. Ich fand Folgendes:

D. 9/5 55.
Z. 56. Pfortader: III : 2123 = I : 708
„ 57. Lebervene: XIX : 1294 = I : 68
D. 24/5 55.
Z. 58. Pfortader: V : 3842 = I : 768
„ 59. Lebervene: IX : 2462 = I : 274
D. 25/5 55.
Z. 60. Pfortader: XII : 1168 = I : 97
„ 61. Lebervene: XXIII: 1554 = I : 67

Zählung 60. habe ich zwar mit angeführt; doch ist sie entschieden zu streichen. Es war dies das einzige Mal, wo schon Blutgerinsel sich in dem Gefässe fanden; ein solches Gerinsel, in denen stets die granulirten Zellen in grosser Anzahl eingeschlossen sind, hatte ich mit in meine Verdünnungsflüssigkeit bekommen, und daher rührt ohne Zweifel die hohe Zahl der granulirten im Verhältniss zu den rothen Zellen. Ich fand auch beim Durchsehen mehrerer Präparate Faserstofffetzen, reichlich mit Lymphkörperchen besetzt, in Haufen zu 30—60 Stück. Streichen wir also diese Zählung, so stimmen die übrigen Zahlen ganz leidlich mit Lehmanns Angaben (a. a. O.), darauf hinweisend, dass auch in der Leber eine Neubildung granulirter Zellen stattfinde. Und lassen wir auch die falsche Zählung 60. mitgelten, so erhalten wir, wenn wir nach Moleschotts Art aus den einzelnen nicht übereinstimmenden Mitteln wiederum das Mittel ziehen, für die 3 Pfortaderzählungen: I : 524 und I : 136 für die 3 Lebervenenzählungen, ein Verhältniss beider Blutarten, welches mit Lehmanns Worten (p. 86): „nach ungefährer Schätzung übertrifft ihre Zahl die der farblosen Zellen im Pfortaderblute wenigstens um das Fünffache", wundersam stimmt, ich möchte sagen, fast zu wundersam, da ich eine entschieden falsche Zählung mit eingerechnet habe, um für richtig gehalten zu werden.

Noch eine Meinung Funkes muss ich Angesichts der obigen Verhältnisszahlen: für das Milzvenenblut circa I : 60, für das Pfortaderblut circa I : 700 berühren. Pag. 125 Anm. 3 seines Lehrbuchs (Wagner-Funke, Lehrb. d. Physiol.) sagt

derselbe: „Das sparsame Vorkommen von farblosen Zellen im Pfortaderblute trotz der massenhaften Zufuhr derselben durch die Milzvene ist ebenso unerklärlich; wir können uns kaum anders denken, als dass in dem nach dem Tode gesammelten Pfortaderblute kein Beitrag von der Milzvene mehr vorhanden ist; es stockt die Strömung in den Milzgefässen eher, bevor der Zufluss des Blutes zur Leber in den Mesenterialzweigen der Pfortader zum Stehen kommt." Ich habe dagegen ganz einfach hervorzuheben, dass es mir ein viel grösseres Räthsel wäre, wenn es sich anders verhielte, und wir wirklich mehr granulirte Zellen in der Pfortader fänden. Genaue Volumenmessungen beider Gefässe liegen nicht vor, aber gewiss ist es nicht zu hoch angeschlagen, wenn wir das Volumen der Pfortader 12mal grösser setzen, als das der Milzvene [1]), und dann versteht es sich von selbst, dass die „massenhaften, farblosen Zellen" dieser in jener 12fach verdünnt, d. h. auf 12mal mehr rothe Zellen vertheilt werden, und dem entspricht vollkommen die Proportion: 1 : 12 = 60 : 720. —

Zählungen bei Wechselfieber und Leukämie.

An die übrigen Zählungen, dafür sprechend, dass die Milz ein Bildungsorgan für granulirte, weisse Blutzellen sei, schliessen sich eng die Fragen an über das Verhalten dieser Zellen in Krankheiten mit Milztumoren. Ich habe nur wenige Zählungen bei Kranken dieser Art machen können; was ich gefunden, folgt. Es sprechen wenigstens diese Resultate sehr gegen die allgemein verbreitete Annahme, welche auch **Rokitansky** in seinem Lehrbuch d. pathol. Anatomie, 3. Aufl.

1) Da zu 12mal grösserem Volumen nur ein circa $3^1/_2$mal grösserer Durchmesser gehört, so ist jenes Verhältniss des Pfortaderdurchmessers zu dem der Milzvene gewiss zu niedrig angesetzt. In der That muss aber auch das Pfortadervolumen etwas grösser sein, als ich es angesetzt, wenn meine Anschauungsweise die richtige sein soll, da wir im Pfortaderblute von Beimischung des Milzvenenblutes auch granulirte Zellen, wenn auch nur vereinzelt (vielleicht 1 : 2000 im nüchternen Zustande) voraussetzen müssen.

1. Band, p. 373 noch anführt, dass in Analogie mit der Leukämie bei Wechselfieber wenigstens eine mäfsige Vermehrung der „farblosen" Blutzellen stattfinde.

Wechselfieber.

$^{15}/_{1}$ 55. N.N. 20 Jahr alt. Intermittens mit bedeutendem Milztumor und unregelmässigen Anfällen. Zur Zeit der Apyrexie gezählt, 24 Stunden nach dem letzten Anfalle. 1 St. nach dem Essen, Fleisch und Gräupchen. Zunge rein, Appetit gut. Defibrinirtes Schröpfblut nach Meth. I. gezählt:

Z. 62. VIII : 7720 = I : 965

In der Norm um diese Zeit I : 429 zu erwarten.

$^{10}/_{2}$ 55. N.N. 24 Jahr alt, mit ungemein grosser Milz von seit 6 Wochen bestandenem Intermittens. Gegenwärtig unbestimmte Frostanfälle. Milz = 6" lang, 11" breit. Zur Zeit der Apyrexie geschröpft, 2 Stunden nach dem Essen. Zunge rein, Appetit gut.

Nicht defibrinirtes Blut nach Meth. II. gezählt:

Z. 63. III : 5852 = I : 1950

Definibrirtes Blut nach Meth. I. gezählt:

Z. 64. III : 6672 = I : 2224

Im Normalen zu dieser Zeit zu erwarten circa: I : 1000.

$^{4}/_{6}$ 55. N.N. 19 Jahr alt; Intermittens seit 6 Wochen. Zur Zeit der Apyrexie geschröpft, 4 Stunden nach dem Frühstück. Milz 5" bis 6". Nicht defibrinirtes Blut nach Meth. II. gezählt:

Z. 65. II : 5475 = I : 2738

Im Normalen 4 Stunden nach dem Frühstück I : 1500 zu erwarten.

Wir haben also überall zur Zeit der Apyrexie bei Intermittens eine Verminderung der Lymphkörperchen in ihrem Verhältniss zu den gefärbten Zellen um das Doppelte gegen die in der Norm statthabenden Verhältnisse, sicher wenigstens keine Vermehrung derselben, wie Rokitansky (a. a. O.) behauptet, ein Vorkommen, womit auch das von Dr. Uhle bei einer Intermittenszählung (s. oben) gefundene Mittel I : 3372, 3 Stunden nach dem Frühstück, vollkommen übereinstimmt.

Leukämie.

Im Gegensatze zu den obigen bei Intermittens gefundenen Verhältnissen mögen sich nun 2 Zählungen bei einer Leukämie anreihen, einem jungen Manne von 20 Jahren, welcher ausser den massenhaften Lymphkörperchen in seinem Blute auch ein kachektisches Aussehen, grossen Milztumor, vergrösserte Leber, Neigung zu Blutungen darbietet, kurz vollständig das Bild, wie es Virchow für die Leukämie aufgestellt (cf. Virchow's Archiv Bd. I.–V., Vogel in Virch. Pathol., und Encyclop. d. Med. von Ploss u. Prosch Art. Leukämie). Hier nun die numerischen Verhältnisse:

D. 15/6 55. Schröpfblut, früh um 1/2 12 Uhr.
Nicht defibrinirtes Blut nach Meth. II. gezählt:
Z. 66. 709 gr. : 2527 r. = I : 3,56
Defibrinirtes Blut nach Meth. I. gezählt:
Z. 67. 378 gr. : 1793 r. = I : 4,74

D. 29/6 55. Schröpfblut, früh um 1/2 11 Uhr.
Nicht defibrinirtes Blut nach Meth. II. gezählt:
Z. 68. 540 gr. : 1776 r. = I : 3,29
Defibrinirtes Blut nach Meth. I. gezählt:
Z. 69. 448 gr. : 1474 r. = I : 3,29

Ich will nun hier noch kurz auf die oben mitgetheilten Zählungen hinweisen, wo ich dasselbe Blut nicht defibrinirt und defibrinirt gezählt habe, und auf die sich dabei theils herausstellenden, theils nicht herausstellenden Verluste an granulirten Zellen. Welcker hat in seinem mehrfach citirten Aufsatze in der Prager Vierteljahrsschrift bei seinen „Zählungen farbloser Blutkörperchen" 2 dahin einschlagende Versuche bekannt gemacht, und es hat derselbe durch die Defibrination

bei Versuch I. einen Verlust von 28,4%
„ Versuch II. „ „ „ 19,3% Lymphkörperchen

gehabt. Zwei meiner Versuche stehen damit vollkommen in Parallele, der dritte widerspricht:

Z. 63. Nicht defibr. Blut III : 5852 = I : 1950
„ 64. Defibr. Blut III : 6672 = I : 2224

Dies ergiebt einen Verlust von 12,3 % granulirter Zellen durch Defibrination.

Z. 66. **Nicht defibr.** Blut 709 : 2527 = 1 : 3,56
„ 67. **Defibr.** Blut 378 : 1793 = 1 : 4,74

Das ist ein Verlust von 24,9 %.

Z. 68. **Nicht defibr.** Blut 540 : 1776 = 1 : 3,29
„ 69. **Defibr.** Blut 448 : 1474 = 1 : 3,29

Also ein bis auf die zweite Decimalstelle durchaus übereinstimmendes Resultat, durch die Defibrination, wie es scheint, auch nicht der geringste Verlust an granulirten Zellen, trotzdem dass sich vollkommene Faserstoffgerinsel ausgeschieden hatten, deren mikroskopische Untersuchung betreff ihres Gehaltes an granulirten Zellen ich leider versäumt habe.

Zählungen betreff der Einwirkung einzelner tonisirender Arzneimittel.

Dass es als eine sonderbare Idee anfangs erscheinen kann, wenn ich der Hoffnung Raum gab, in den Verhältnisszahlen der Lymphkörperchen zu den rothen einen Ausdruck der Wirkung einzelner tonica finden zu können, gebe ich gern zu, aber um so mehr überrascht war ich, als sich wirklich durch übereinstimmende Einzelzählungen ein solches Verhältniss herausstellte, als ich wirklich in der wundersamen Zunahme der granulirten Zellen nach Genuss von nur sehr kleinen Dosen tonisirender Mittel eine ad oculos zu demonstrirende Wirkung derselben entdeckte. Die einzelnen Zählungen mögen für sich selbst sprechen; sie folgen hier. Es ist überall mein Blut benutzt und nach Meth. II. durchzählt worden, und überall bei dem Einnehmen eine Zeit gewählt, wo nach meinen früheren Zählungen das Verhältniss 1 : 1500 circa zu erwarten war.

Ich habe meine Versuche mit der tinct. myrrhae begonnen, da ich diese gerade zufällig zur Hand hatte.

$^1/_3$ **Stunde nach Genuss von 30 gtt. tinct. myrrhae.**

Z. 70. $^{14}/_3$, 55. $2^1/_2$ Stunde nach dem Frühstück.

VIII : 4389 = I : 549 [1])

Z. 71. 24/5 55. 2½ Stunde nach dem Frühstück:
IX : 3759 = I : 418

„ 72. 14/5 55. 4 Stunden nach dem Mittagessen:
XII : 3624 = I : 302

„ 73. 21/5 55. 3 Stunden nach dem Mittagessen:
XI : 3524 = I : 320

Angesichts dieser vier Zählungen, der ersten, die ich in dieser Beziehung machte, kam mir der gerechte Argwohn, ob denn vielleicht die Myrrhe ganz unschuldig sei, der Alkohol der Tinktur das allein anregende Prinzip. Das aber widerlegten auf das Entschiedenste die folgenden vier Zählungen:

½ Stunde nach Genuss von 30 gtt. spirit. vin. rectificatss.

Z. 74. 11/6 55. 2½ Stunde nach dem Frühstück:
III : 4407 = I : 1469

„ 75. 12/6 55. 3 Stunden nach dem Frühstück:
III : 3962 = I : 1321

„ 76. 9/6 55. 4 Stunden nach dem Mittagessen:
III : 3956 = I : 1320

„ 77. 11/6 55. 3 Stunden nach dem Mittagessen:
IV : 5349 = I : 1337

Also der Alkohol bedingte die Vermehrung der Lymphkörperchen nicht; ich wandte daher auch bei den folgenden Mitteln die Tinkturen an.

½ Stunde nach Genuss von 30 gtt. tinct. ferri pomat.

Z. 78. 13/6 55. 2¾ Stunde nach dem Frühstück:
VII : 4891 = I : 699

„ 79. 14/6 55. 3 Stunden nach dem Frühstück:
VIII : 5271 = I : 659

„ 80. 12/6 55. 3 Stunden nach dem Mittagessen:
IV : 3076 = I : 769

---

1) Diese Zählung war 20 Minuten nach dem Einnehmen gemacht, die übrigen alle ½ Stunde darauf.

Z. 81. $^{13}/_{6}$ 55. $2^{3}/_{4}$ Stunde nach dem Mittagessen:
VIII : 4985 = I : 623

$^{1}/_{2}$ Stunde nach Genuss von 30 gtt. tinct. amar.

Z. 82. $^{16}/_{6}$ 55. $3^{1}/_{4}$ Stunde nach dem Frühstück:
VII : 3666 = I : 524

„ 83. $^{18}/_{6}$ 55. $2^{3}/_{4}$ Stunde nach dem Frühstück:
V : 3336 = I : 667

„ 84. $^{14}/_{6}$ 55. 3 Stunden nach dem Mittagessen:
X : 5119 = I : 512

„ 85. $^{16}/_{6}$ 55. $4^{1}/_{4}$ Stunde nach dem Mittagessen:
VII : 4195 = I : 599

$^{1}/_{2}$ Stunde nach Genuss von 30 gtt. tinct. chinae simpl.

Z. 86. $^{19}/_{6}$ 55. 3 Stunden nach dem Frühstück:
IX : 4404 = I : 489

„ 87. $^{20}/_{6}$ 55. $2^{1}/_{2}$ Stunde nach dem Frühstück:
IX : 3851 = I : 428

„ 88. $^{19}/_{6}$ 55. $2^{1}/_{2}$ Stunde nach dem Mittagessen:
IX : 4501 = I : 500

„ 89. $^{20}/_{6}$ 55. $3^{1}/_{2}$ Stunde nach dem Mittagessen:
VII : 3487 = I : 498

Wollten wir demgemäss die untersuchten tonica ihrer Energie nach auf die Zunahme der granulirten Zellen in Reihenfolge stellen, so erhielten wir zu einer Zeit, wo I : 1500 zu erwarten war, folgende Reihe:

tinct. ferr. pomat. mit einer Mittelzahl: I : 700 (688)
„ amara „ „ „ I : 600 (576)
„ chinae „ „ „ I : 500 (479)
„ myrrhae „ „ „ I : 400 (397).

Das Eisen zu unterst und die unbekannte Myrrhe oben an, allen andern tonicis voraus.

Die relative Zunahme der farblosen Blutzellen nach Einnahme jener Mittel ist somit constatirt, und es früge sich nur, ob auf ähnliche Weise angestellte Zählungen, vielleicht Hand in Hand gehend mit Bestimmung der absoluten Mengen der Blutzellen, nicht auch in pharmakodynamischer Beziehung bemerkenswerthe Resultate ergeben könnten. Interes-

sant genug ist was ich gefunden, das ergiebt am deutlichsten eine einfache Rechnung, die auch ihre Anwendung findet auf die Vermehrung der granulirten Zellen durch die Mahlzeiten.

Setzen wir die Menge des Gesammtblutes = 16 ℔ = 8 Kilogramme = dem Gewicht von 8000000 C.M. und den C.M. = 5000000 Körperchen (Vierordt, Welcker), und betrachten nun folgende Proportionen, unter der Voraussetzung, dass sich die Menge der rothen immer gleich bliebe:

$$1500 : 1 = 5000000 : X \quad \text{und} \quad 400 : 1 = 5000000 : X$$

$$X = \frac{5000000}{1500} \qquad X = \frac{5000000}{400}$$

$$X = 3333 \qquad X = 12500$$

Also 3333 die Zahl der granulirten Zellen pro C.M. für die Zeit, wo das Verhältniss 1 : 1500, und 12500 die Zahl derselben pro C.M. für die Zeit, wo das Verhältniss 1 : 400. Um die Zahlen für die gesammte Blutmenge zu finden, multipliciren wir die genannten mit 8000000, erhalten also

für das Verhältniss 1 : 1500 die Zahl 26664000000
" " " 1 : 400 " " 100000000000

Dies giebt also für 30 gtt. tinct. Myrrhae eine Mehrerzeugung von 73336000000 granulirten Zellen, also für einen Tropfen mehr als 2444000000.

Historisches und Experimentelles über Muskeltonus.

Von

Dr. Rudolf Heidenhain.

(Hierzu Taf. VIII.)

Es gereicht jeder Wissenschaft zum grössten Nachtheile, wenn in dieselbe Ausdrücke sich einschleichen, deren Bedeutung nicht strenge festgestellt ist. Lockere Begriffe haben lockere Schlüsse zur nothwendigen Folge. So entsteht daraus im Laufe der Entwickelung der Wissenschaft ein Gewebe von Irrthümern, die unmerklich mehr und mehr festen Fuss fassen und um so schwerer erkannt und ausgerottet werden, als spätere Generationen der Gelehrten leicht die Anschauungen früherer ohne gründliche Kritik in sich aufnehmen, besonders solche, die unter der Form vieldeutiger Ausdrücke weite Verbreitung in der täglichen Sprache der Wissenschaft, aber dennoch für den genauer Prüfenden ein nur zweifelhaftes Bürgerrecht erlangt haben. Mit Wörtern, denen nicht durch allgemeines Uebereinkommen eine feste Bedeutung gegeben ist, schaltet Jeder nach Belieben. Jeder legt ihnen einen ihm bequemen Sinn unter, ohne sich der Willkürlichkeit seiner Interpretation bewusst zu sein. Zuletzt weiss Niemand mehr klar, was Andere unter demselben Ausdrucke verstehen, und es entspinnen sich unfruchtbare Debatten über Worte, nicht über feste, reale Begriffe.

Die Physiologie und Pathologie sind leider nicht arm an dergleichen Erfahrungen. Es hätten der Nervenphysiologie viele Controversen erspart werden können, wenn der Begriff „Centralorgan“ stets auf dieselbe Weise definirt worden wäre. Die „Reize“ haben zu manchem Streite Anlass gegeben, der wenig mehr als ein Wortstreit war. So ist auch der „Tonus“ seit

lange Gegenstand einer zum Theile sehr unfruchtbaren Discussion gewesen. Der Pathologie war es lange Zeit möglich, mit Hülfe der Worte „Tonus“ und „Atonie“ sich auf bequeme Weise einer schärfern Begriffsbestimmung von körperlichen Zuständen zu entbinden, deren wesentliche Bedeutung und wesentlichen Grund sie zu erkennen nicht vermochte oder wenigstens sich nicht die Mühe nahm. Erst in neuerer Zeit hat die Debatte angefangen eine fruchtreichere zu werden, weil man feste Bestimmungen gab. Die Parteien haben jede den von ihr angenommenen Tonus definirt und die Realität des von ihr aufgestellten Begriffes zu beweisen gesucht. Doch ist der Beweis bisher auf dem allein möglichen experimentellen Wege von keiner Seite zu Ende geführt, es ist den Physiologen und Pathologen noch von keiner Partei durch unwidersprechliche Argumente, d. h. durch nur einer Deutung fähige Thatsachen, die Nöthigung auferlegt, sich für ihre Ansicht zu entscheiden.

Ich habe mich bemüht, durch Versuche den Werth der von den verschiedenen Ansichten für sich aufgestellten Gründe zu ermitteln, und werde diese Experimente im Folgenden mittheilen. Zuvor wird es nöthig sein, die Frage, um die es sich handelt, nochmals zu fixiren. Zu diesem Behufe versuche ich eine kurze historische Darstellung der Ansichten, welche früherhin über die wichtigeren zum Bereiche der Tonusfrage gehörigen Thatsachen aufgestellt worden sind; um so lieber, als ich beim Studium der einschlagenden Literatur gefunden habe, dass Manches neuerdings als neu Betrachtete schon früheren Physiologen fast vollständig bekannt und geläufig war. Es sind die Anschauungen der letztern, wie es scheint, vergessen worden, um durch Gelehrte unserer Zeit, die offenbar unabhängig von jenen arbeiteten, von Neuem in die Wissenschaft mit grösserer Aussicht für ihr Fortbestehen wieder eingeführt zu werden.

Historisches.

Schon Galen in seiner Schrift: *περὶ μυῶν κινήσεως* [1]) spricht

1) Medicorum Graecorum opera quae exstant. Edit. cur. C. G. Kühn. Vol. IV.

von einem „*τόνος*“ [1]) und kennt tonische Bewegungen [2]). Er versteht unter diesen willkürliche, längere Zeit dauernde Muskelcontractionen, die er als eine Reihe so schnell auf einander folgender Einzelcontractionen ansieht, dass die Muskeln, obgleich in thätigem Zustande, zu ruhen scheinen. So seien die Muskeln einer ausgestreckt gehaltenen Hand in tonischer Action begriffen, obwohl die Hand unbewegt scheine. Der *τόνος* selbst aber ist die den Muskeln durch psychischen Impuls vermittelst der Nerven mitgetheilte Spannung. In Galen's Sinne ist das Wort Tonus später nicht mehr gebraucht worden. Höchstens den Ursprung „*ἐξ ἐγκεφάλου ἢ νωτιαίου*“ [3]) hat jener Tonus mit dem mancher Physiologen unseres Jahrhunderts gemein, die darunter ebenfalls eine von den Centralorganen abhängige, aber ununterbrochen andauernde und unwillkürliche Muskelcontraction geringen Grades verstanden.

Die Erscheinuugen, welche zur Annahme eines Tonus in letzterem Sinne führten, z. B. die Verkürzung eines an einem oder an beiden Insertionsenden losgelösten Muskels [4]), die permanente Contraction eines Muskels nach Durchschneidnng seines Antagonisten [5]), die continuirliche, auch im Schlafe anhaltende Thätigkeit der Sphincteren [6]), alle diese Erscheinungen kannte und überlegte Galen sehr wohl. Die ersteren erklärte er durch eine eigenthümliche, den Muskeln angeborne Kraft, sich in sich zu contrahiren [7]), die ununterbrochen thätig ist [8]), und deren gleichzeitiger Action in den Antagonisten die Glieder ihre mittlere, etwas gebeugte Stellung in der Ruhe verdanken. Dass diese Kraft von den Nerven unabhängig ist,

1) l. c. pg. 369. 402 etc.

2) l. c. pg. 400.

3) l. c. pg. 369.

4) l. c. pg. 391.

5) l. c. pg. 387.

6) l. c. pg. 438.

7) l. c. pg. 390: *Οὐκ ἄδηλον δ', ὅτι τὸ μὲν τείνεσθαί τε καὶ εἰς ἑαυτοὺς συνέλκεσθαι σύμφυτος ἐνέργεια τοῖς μυσί.*

8) *Οὐδέποτ' οὖν ἔξω τάσεως οὐδεὶς μῦς, οὐδ' ὅτ' ἐν τοῖς μέσοις σχήμασιν* (pg. 419), d. h. nicht einmal, wenn die Glieder in der mittleren Stellung zwischen Beugung und Streckung ruhen.

erklärt zwar Galen nirgends direkt, doch geht es aus dem ganzen Zusammenhange auf das Bestimmteste hervor. Denn einmal demonstrirt er sie auch an todten Thieren. Ferner erklärt er sich das Zustandekommen willkürlicher Bewegung an ruhenden Gliedern, deren gleich stark gespannte Antagonisten sich im Gleichgewichte halten, durch die Annahme, die natürliche Kraft des einen werde momentan durch den Willensimpuls verstärkt und erlange so das Uebergewicht über die des andern [1]). Daraus folgt, dass er die bei der Nervenerregung sich äussernde Kraft ganz und gar sondert von derjenigen, die er als dauernde und ihm eigenthümliche im Muskel voraussetzt. —

Die Sphincterenwirkung stellt Galen als abhängig von willkürlicher Action dar, eine Deutung, welche trotz des Scharfsinnes, den er zu ihrer Vertheidigung aufbietet, nicht gerade glücklich zu nennen ist.

Ich habe Galens Ansichten über unsern Gegenstand umständlicher mitgetheilt, weil es von Interesse ist, die Anfänge der Theorie der Muskelaction kennen zu lernen. Wenn wir von der allerdings confusen Vorstellung absehen, die G. von den Sehnen hatte (er lässt sie zusammengesetzt sein aus den sich sammelnden Enden der Muskelnerven und den Ligamenten), so finden wir bei ihm manche richtige Beobachtung und nüchterne Anschauung, auf welche die Physiologie vieler folgender Jahrhunderte weiter zu bauen ohne Zweifel gut gethan hätte. Denn sie erreicht in ihren Ansichten Galens Einfachheit nicht, ohne durch ihre complicirteren Hypothesen der Wissenschaft irgend welche Frucht gezeitigt zu haben.

So sind die Ansichten des Gelehrten, den wir, einen grossen Sprung machend, zunächst in Betracht ziehen, Georg Ernst Stahl's, bei weitem weniger den Forderungen ruhiger, vorurtheilsfreier Beobachtung entsprechend. Stahl schrieb eine besondere Abhandlung über den Tonus [2]), deren ich leider nicht habhaft werden konnte. Soviel ich aus anderen An-

1) pg. 415.
2) De motu tonico vitali. Jenae. 1692.

toren [1]) darüber ersehen, gebraucht er die Bezeichnung „motus tonicus" in ganz anderm Sinne als Galen. Um es kurz zu sagen, versteht er darunter die relativ trägen Bewegungen vieler Theile, in denen die neuere Anatomie als bewegendes Prinzip glatte Muskelfasern nachgewiesen hat, also z. B. die Contractionen der Ausführungsgänge der Drüsen, der Gefässe, der Haut bei Application von Kälte. Ursache dieser Bewegungen, wie aller anderen, ist bei Stahl die bewusste Seele, die vernünftige Regentin ihres selbst erbauten Körpers. Es wäre uninteressant, länger bei diesen wenig fruchtbaren Theorien stehen zu bleiben, die sich in ähnlicher Weise durch die Schriften der zahlreichen Schüler Stahl's fortspinnen. Wir erwähnen erst wieder, als für unsern Gegenstand wichtig, Haller, dessen Irritabilitätslehre eine neue Epoche in der Muskelphysiologie begründete.

Haller [2]) unterscheidet vier Arten von Contractibilität an den Muskeln: 1. Die allgemeine Elastizität, die sie mit allen anderen organischen Geweben theilen, und deren Aeusserung in der auf eine gewaltsame Expansion folgenden Contraction besteht. 2. Contractilitas fibrae animalis mortuae, welche im lebenden, wie im todten thierischen Gewebe, so lange es feucht ist, ihren Sitz hat und an der Contraction erkannt wird, welche durchschnittene Haut, getrennte Muskeln u. s. f. erfahren. Diese Kraft ist in thierischen Theilen fortwährend thätig, wenngleich ihre Wirkung nicht fortwährend in die Erscheinung tritt, was darin seinen Grund hat, dass die gleichen, nach entgegengesetzten Seiten gerichteten Kräfte sich aufheben. Haller war nicht im Stande, die Erscheinungen, die er dieser eigenthümlichen Kraft zuschreibt, auf die Elastizität zurückzuführen, ja er war über das Wesen derselben so im Unklaren, dass er von ihr die Verschrumpfung ableitet, welche

1) Namentlich aus Tiedemann's Physiologie des Menschen. Darmstadt 1830, I. 713, und vor Allem aus Haller's weitläufigen Referaten.

2) Elementa physiologiae corporis humani. Lausannae MDCCLXII. Tom. IV. Lib. II. Motus animalis. Sect. II. Motus musculorum phaenomena.

thierische Theile bei Berührung mit corrodirenden Flüssigkeiten (Salpetersäure, Schwefelsäure etc.) erleiden, sowie auch die Contraction, welche die Haut bei Application von Kälte erfährt [1]). 3. Vis contractilis musculis insita s. propria. Auch unter dieser Rubrik finden wir eine Menge ganz verschiedener Erscheinungen zusammengefasst. Jeder muskulöse Theil hat die Fähigkeit, sich bei Einwirkung irgend welcher Reize unabhängig von den Nerven zu contrahiren. Die einen Organe gerathen schon unter dem Einfluss schwächerer Reize in Action, wie das Herz und die Eingeweide, die in Folge der im Organismus stetig anwesenden, wenig intensiven Reize fortwährend Bewegungen vollführen; die anderen Organe, weniger reizbar, contrahiren sich deutlich sichtbar erst bei Einwirkung stärkerer, von aussen herstammender oder in den Bahnen der Nerven vom Gehirne her ihnen zufliessender Reize; so die willkürlichen Muskeln. Gleichwohl ist auch in diesen die vis insita fortwährend thätig. Von dieser continuirlichen Action leitet Haller alle Phänomene im Bereiche der animalen Muskeln ab, die Galen seiner σύμφυτος τοῖς μυσὶν ἐνέργεια zuschreibt, also die gleiche Spannung der Antagonisten, die Contraction des einen nach Durchschneidung des andern u. s. f., eine Anschauung, welche im Auge zu behalten für unsern speziellen Gegenstand von besonderer Wichtigkeit ist. 4. Vis nervosa. Sie wird in den Muskeln in Folge von Erregung ihres Nerven thätig, hat mit der vorigen Kraft die ungefähr gleiche Dauer nach dem Tode gemein, unterscheidet sich aber von derselben dadurch, dass sie vom Gehirn her auf die Muskeln übertragen wird, und dass sie immer nur momentan thätig ist. Gegen die Physiologen, die der vis nervosa ununterbrochene Thätigkeit zuschreiben, wendet Haller ein, der Augenschein lehre, dass der Zustand der Muskeln, welcher nach einer aktiven, durch Innervation bedingten, Contraction eintrete, ganz verschieden sei von dem Contractionszustande selbst. Mithin werde mit letzterem Zustande, der durch die Innervation herbeigeführt wird, auch wohl die Innervation selbst vorüber sein.

1) pg. 444, 445.

Es müssten ferner die willkürlichen Muskeln ermüden und schmerzen, wie erfahrungsmässig nach jeder dauernden Anstrengung, wenn sie von den Nerven in ununterbrochener Thätigkeit gehalten würden. Auch wisse die Seele, die ja die vis nervosa erwecke, Nichts von der fortwährenden Thätigkeit der Muskeln. Endlich würde unser begrenzter Verstand, der immer nur wenige Dinge zugleich auffassen könne, gar nicht dazu hinreichen, das Gleichgewicht so vieler Muskelgruppen dadurch, dass er sie vermittelst der Nerven in der gehörigen Spannung hielte, fortwährend, selbst im Schlafe und in allen beliebigen Lebenszuständen, auf passende Weise herzustellen. Die Möglichkeit einer unwillkürlichen fortwährenden Innervation fällt Haller gar nicht ein. Immerhin sehen wir schon jetzt eine wenigstens ähnliche Frage obschweben, wie in neuester Zeit, die Frage, ob die Spannung der Muskeln am lebenden Körper vom Nervensystem abhängig oder unabhängig ist. Haller spricht sich, wie dies auch neuerdings geschehen ist, für die Unabhängigkeit aus. Doch unterscheidet sich seine Ansicht von der neuern dadurch, dass er jener Spannung nicht eine rein physikalische, sondern eine vitale Kraft, die vis contractilis musculis insita s. propria, zu Grunde legt, wie schon oben bemerkt worden ist.

Wieder übergehen wir eine Reihe physiologischer Schriftsteller, die den von Haller aufgestellten neuen Gesichtspunkten folgten, ohne sie irgend wesentlich zu modifiziren, bis auf Bichat[1]). Wenn Haller sich der neuerdings seit Weber vielfach acceptirten Ansicht über die Spannung der willkürlichen Muskeln dadurch um einen Schritt genähert hatte, dass er sie von den Nerven unabhängig sein liess, so vollendete Bichat diese Annäherung, indem er jene Spannung auf rein physikalische Kräfte zurückführte. Dadurch wird er für die Geschichte unseres Gegenstandes so wichtig, dass wir bei ihm etwas länger stehen bleiben müssen.

Bichat unterschied, wie Haller, vier Arten von Con-

1) Vgl. besonders dessen Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Paris. 1805. pg. 97 sq.

tractilität, doch mit mehr logischer Sonderung als jener: 1. Contractilité animale, die Verkürzungsfähigkeit willkürlicher Muskeln auf den Impuls des Willens. 2. Contractilité organique, die Bewegungsfähigkeit aller vegetativen Organe, die ihr Prinzip in dem Organe selbst, das sich bewegt, hat, während die erste ihr Centrum im Gehirne findet. Die zweite hat zwei weniger prinzipiell, als nach ihrer äussern Erscheinungsweise geschiedene Unterabtheilungen. Die contractilité organique sensible nämlich, die „ungefähr" der Irritabilität entspricht, wohnt im Herzen und in den grossen Blutgefässen, in den intestinis, in der Blase, also in den Organen, die Bewegungen von grössern Excursionen machen, während die andere, contractilité organique insensible ou tonicité, den Ausführungsgängen der Drüsen, den kleineren Gefässen, den Lymphgefässen u. s. f. eigenthümlich ist, also lauter Organen, deren Bewegungen relativ träger und von geringerer Grösse sind. 3. Contractilité par defaut d'extension oder contractilité de tissu. Wir finden hier zum ersten Male die physikalische Elastizität in ihrer weiteren Bedeutung für den Organismus richtiger aufgefasst, als bei den früheren Physiologen.

Bichat weist [1]) weitläufiger darauf hin, dass viele der organischen Gewebe im normalen Zustande am lebenden Körper über das ihrer natürlichen Elastizität entsprechende Maafs gedehnt sind. So die willkürlichen Muskeln durch ihre Antagonisten, die hohlen Muskeln und die Gefässe durch ihren Inhalt, die Haut einer Körperstelle durch die benachbarter Theile u. s. f. Mit dem Wegfalle der Ursachen der Dehnung fällt diese selbst weg, es tritt Contraction der vorher gespannten Theile ein. Daher das Klaffen von Wunden, daher die Verkürzung losgelöster Muskeln und die Contraction ihrer Antagonisten u. dgl. m. Diese contractilité hat ihren Grund lediglich in der physikalischen Beschaffenheit der organischen Gewebe, und wenn sie auch nach dem Tode weniger beträchtlich ist, als während des Lebens, so hört sie doch niemals auf, sondern

1) Bichat l. c. pg. 106 sq.

bleibt, wenn auch in geringerem Grade, bestehen, so lange die Textur der Gewebe erhalten ist.

Wir sehen, dass die tonicité oder contractilité organique insensible bei Bichat eine ganz andere Rolle spielt, als der moderne Tonus. Für die Sache des letztern wichtiger ist die zuletzt besprochene Contractilität. Wir werden später finden, dass ein deutscher Physiologe ganz auf Bichat's Anschauungen in Betreff dieser letztern zurückkam.

Nach Bichat finden wir lange Zeit nichts für uns besonders Interessantes. Der Begriff des Tonus ändert sich im Wesentlichen bei den nächstfolgenden Physiologen nicht; er bleibt unbestimmt, indem als „tonisch" bald diese, bald jene Bewegungsform bezeichnet wird. So definirt Tiedemann [1]) als tonische Bewegungen solche, „die weder als Wirkungen der blossen Elastizität, noch als solche der Muskelcontractilität anzusehen sind". Sie werden fast denselben Organen zugeschrieben, an denen Bichat seine tonicité demonstrirte. Dergleichen Betrachtungen sind von zu geringem Interesse, als dass sie uns länger fesseln könnten.

Wichtig wird erst wieder Joh. Müller. Zwar finden wir das Wort Tonus bei ihm nicht in viel strikterem Sinne gebraucht, als früherhin. Er nennt nämlich [2]) organischen Tonus der kleineren Arterien die Kraft, vermöge welcher sich diese auf Application von Kälte zusammenziehen, — ein von Schwann an dem Mesenterio von Batrachiern constatirtes Faktum. Welchem Gewebe der Arterienwand diese Kraft inhärirt, ist nicht ausgemacht. Bedeutungsvoller für unsern Gegenstand ist es, dass bei Müller, meines Wissens zum ersten Male in Deutschland, der Zustand der willkürlichen Muskeln beschrieben ist, den spätere Physiologen als Tonus derselben bezeichnet haben. In der ersten Ausgabe seines Handbuches der Physiologie nämlich stellt Müller die Ansicht auf, dass die Muskeln „beständig dem Prinzipe der Nerven, auch im Zu- „stande der Ruhe, ausgesetzt sind. Man sieht dies deutlich an

1) Physiologie des Menschen. Darmstadt. 1830. I. 714.
2) Handbuch der Physiologie. Coblenz. 1837. II. 29.

„dem Zurückziehen der durchschnittenen Muskeln, an den lei-
„sen Bebungen blosgelegter Muskeln und an der Verstellung
„des Gesichtes und der Zunge bei halbseitiger Lähmung“ [1]).
Weiter wird [2]) für diese continuirliche Innervation die stetige
Contraction der Sphincteren angeführt, die nach M. Hall von
der Integrität des Rückenmarkes in seinem unteren Theile abhängt, und die spontane Contraction der Muskeln, deren Antagonisten durchschnitten oder gelähmt sind [3]).

So wurden in Deutschland durch J. Müller Ideen eingeführt, die in England M. Hall [4]) zu begründen suchte. Dieser unterstützte seine Hypothese vom Tonus der Muskeln (denn diese Bezeichnung erhielt die fortwährende, vom Rückenmarke abhängige Spannung derselben) durch den vielfach citirten Versuch über die Abhängigkeit der Contractiou des sphincter ani vom Rückenmarke; dann durch folgeude Beobachtungeu, die ich aus Kürschner's Uebersetzung mittheile. Zwei Kaninchen wurden zu einem Versuche genommen, bei beiden der Kopf entfernt, bei dem einen zugleich das Rückenmark mittelst eines scharfen Instrumentes zerstört. Die Extremitäten des letztern waren „völlig erschlafft“, die des erstern behielten einen gewissen Grad von Festigkeit und Elastizität. Der Unterschied soll sehr ausgeprägt gewesen sein. — Ebenso waren bei einer Schildkröte, deren Rückenmark aus dem Wirbelkanal herausgenommen war, die Muskeln „völlig erschlafft“ und hatten „ihre Widerstandskraft verloren“. Der Sphincter

---

1) l. c. II. 40.

2) l. c. 80 nnd 81.

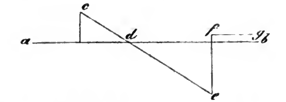
3) J. Müller scheint später den Gedanken an eine fortwährende Innervation aller Muskeln aufgegeben zu haben. In der vierten Auflage des Handbuches (die zwei Jahre vor Weber's Arbeit über Mnskelbewegung erschien) heisst es nämlich: „das Rückenmark lässt im Zustande der Gesnndheit einen grossen Theil der Bewegungsnerven, namentlich die der Ortsbewegung, ruhig; aber auf viele andere wirkt es in einem fort motorisch, indem es sie in beständigen nnwillkürlichen Znsammenziehungen erhält, die erst mit der Lähmung des Rückenmarkes anfhören.“ Zn letzteren werden n. A. die Sphincteren gerechnet.

4) Cf. dessen Abhandlungen über das Nervensystem, deutsch von Kürschner. Marburg. 1840.

büsste seine runde Form ein, war nicht mehr zusammengezogen, lax, schlaff, hängend. Schlaff war auch der Schwanz und bewegte sich nicht mehr, wenn er gereizt wurde. Aus diesen Versuchen, in denen neben dem „Tonus“ auch die Reflexbewegungen verloren gegangen waren, schloss der englische Physiologe, dass beides, Tonus und Reflexaction, nur Modificationen derselben Function des Rückenmarkes seien.

Durch Henle [1]) wurde die Tonuslehre weiter ausgebildet. Er nahm den Namen Tonus für die ununterbrochene Thätigkeit in Anspruch, die er im ganzen Nervensysteme nachweisen wollte. Bedingung für die tonische Thätigkeit der Nerven ist ihr Zusammenhang mit der grauen Substanz des Rückenmarkes und Gehirnes. Für den Tonus der Muskeln führt Henle neue Beobachtungen oder Versuche durchaus nicht an. Er macht auf das Herabhängen des Unterkiefers nach Durchschneidung des dritten Quintusastes (Versuch?) und, wie Müller, auf die Schiefstellung des Mundes nach Facialislähmung sowie auf die Erschlaffung der Sphincteren bei Läsionen des Rückenmarkes aufmerksam. Wie das bekannte Faktum, dass nach Durchschneidung der Schenkelnerven die Beine, vollkommen gelähmt, nachgeschleppt werden, hierher gehört, ist freilich nicht abzusehen; es wird dadurch doch eben nur bewiesen, dass für die willkürliche Action der Muskeln die Integrität der zugehörigen Nerven nothwendige Bedingung ist. Faktisches also bringt Henle zum Beweise seines Satzes, dass „Alles, was den Zustand der Nerven zu ändern vermag, auch die Spannung der Muskeln ändert“, sehr wenig bei. Dafür giebt er Hypothesen über die Natur des Tonus und seine Veränderlichkeit, die nichts weniger als bewiesen sind: „Drücken „wir durch die Linie ab den angebornen Tonus aus, so sind „die Folgen eines excitirenden Reizes zuerst Erregung (bis c), „dann allmälige Rückkehr zur Ruhe (cd) und unter dieselbe „(de), dann Restitution und Steigerung (ef), endlich Beharren

1) Dessen Allgemeine Anatomie pg. 593, 720, 727. — Rationelle Pathologie I. 110, 115, 119.



„auf diesem neu gewonnenen Tonus (fg)“ [1]). So soll in einer zweckmässig und mit den zur Erholung nöthigen Pausen gereizten Muskelgruppe der Tonus gesteigert werden. Diese wissenschaftliche Interpretation der vulgären Thatsache, dass Muskeln durch Uebung stärker werden, ist so einseitig, dass sie kaum irgend welchen Anklang finden dürfte. Die theoretisch construirte Tonuscurve entspricht der Wirklichkeit durchaus nicht, wie später anzuführende empirisch gewonnene Curven zeigen werden.

Volkmann [2]) adoptirt die Tonustheorie auf die von jenen Autoren angeführten Beweise hin.

Zwei Jahre nach des Letztern Arbeit begann die Reaction gegen den Muskeltonus durch Ed. Weber [3]). Um zu entscheiden, ob die Contraction, welche Muskeln bei Durchschneidung oder Loslösung eines ihrer Enden erfahren, vom Rückenmarke abhängig oder unabhängig sei, brachte Weber [4]), an Kaninchen experimentirend, das Bein einer Seite nach Durchschneidung des nv. ischiadicus in die für ruhiges Herabhängen normale halbgebogene Lage des Knie- und Fussgelenkes und durchschnitt dann die Achillessehne. Es entfernten sich ihre Enden von einander, im Mittel um 6 mm. (bei der bezeichneten Stellung). Nach Durchschneidung der Flexoren des Fusses auf der Vorderseite des Unterschenkels verkürzten sich auch diese. Er schloss daraus, dass die Verkürzung der Muskeln

1) Rationelle Pathologie I. 119.

2) Artikel Nervenphysiologie in Wagner's Handwörterbuch Bd. II. 1844, pg. 488.

3) Artikel Muskelbewegung in R. Wagner's Handwörterbuch III. 2. — 1846.

4) l. c. p. 116.

bei Durchschneidung ihrer Flechse nicht von einer thätigen Contraction derselben herrührt, sondern von elastischer Spannung, in welcher alle Muskeln am lebenden Körper sich während ihrer Unthätigkeit befinden. Mit einem Worte, Weber kam bei Erklärung der Phänomene, die zur Rechtfertigung eines Muskeltonus benutzt wurden, vollständig auf die Anschauungen zurück, die Bichat in dem Abschnitte von der Contractilité par défaut d'extension vier Jahrzehnte früher entwickelt hatte.

Seit Weber ist über den Muskeltonus nicht mehr experimentirt worden. Die Physiologen begnügten sich, seine Gründe und die der andern Partei gegen einander abzuwägen und sich danach für die eine oder die andere Seite zu entscheiden oder, und das sind die meisten Fälle, die Sache in suspenso zu lassen.

So erklärt Koelliker [1]), er „glaube" an keinen Tonus, sondern halte „das Meiste", was man mit diesem Namen bezeichnet habe, nur für Folge elastischer Spannung.

Nach Lotze's Ansicht [2]) liegt keine empirische Thatsache vor, die zu der Annahme auffordere, dass auch bei der Abwesenheit positiver Reize jeder Nerv sich, wie der opticus, von dem es erwiesen sei, in einem Zustande der Thätigkeit befinde. Dennoch sei diese Annahme aus allgemeineren (?) Gründen nicht unwahrscheinlich.

Ludwig [3]) widmet der Tonusfrage eine Seite, auf welcher er theils die von Weber gegen den Tonus erhobenen Bedenken bekräftigt, theils neue Monita gegen andere Gründe, die zu Gunsten des Tonus erhoben worden sind, beibringt. Namentlich wendet er gegen M. Hall's Versuch an dem sphincter ani einer Schildkröte ein, dass bei Menschen nach Verletzung des Hals- oder Brusttheiles des Rückenmarkes, durch welche das Lendenmark vom Gehirn getrennt wird, der Afterschliesser vollkommen erschlafft, so dass der Koth unwillkür-

1) Mikroskopische Anatomie, Leipzig 1850, II. 1. pg. 269.
2) Allgemeine Physiologie, Leipzig 1851, pg. 412.
3) Lehrbuch der Physiologie I., Heidelberg 1852, pg. 152,

lich abgeht, während doch die Sphincterennerven noch mit dem Lendenmarke in Verbindung sind. Ferner sei es nicht anzunehmen, dass Muskeln und Nerven eine dauernde, wenn auch noch so geringe Thätigkeit ertragen, da sonstige Erfahrungen lehren, dass sie bei continuirlicher Action bald ermüden. Ludwig's Resumé ist, dass die Thatsachen „vorerst noch keineswegs" zur Annahme der Tonustheorie zwingen.

In ganz ähnlicher Weise spricht sich Eckhard [1]) über unsern Gegenstand aus.

Endlich ist noch Virchow zu erwähnen [2]). Er berührt in seinen Bemerkungen die Henle-Weber'sche Frage nicht direkt, weil er von der Bedeutung des Ausdruckes „Tonus", welche dieser durch die Physiologen bekommen hatte, ganz abgeht. Nach Virchow handelt es sich bei dem Tonus „um „ein Tensionsverhältniss, das bleibend aus der durch den Er„nährungsprozess eines Theiles bedingten Anziehung seiner „Atome, nicht vorübergehend aus einer besonderen Erregung „oder Reizung, hervorgeht." Denn „bei günstiger Ernährung, „wo irgend ein Theil in seiner Zusammensetzung vollständig „regelmässig und gleichmässig erhalten wird, muss die in„nere Anziehung seiner Theilchen, seine Cohäsion, daher auch „seine Widerstandskraft nach aussen, die grösste sein. Bei „Ernährungsstörungen, wo seine Mischung durch ungleichar„tige, verbrauchte oder nicht regelmässig assimilirte Theil„chen unterbrochen wird, wird die innere Anziehung nach„lassen, die Cohäsion sich vermindern. Dort ist Tonus, hier „Atonie." — Wir sehen die Pathologie sich einen neuen terminus technicus schaffen oder vielmehr die Bedeutung eines lange gebrauchten zum Bewusstsein bringen. Offenbar hat dieser Commentar zu den Ausdrücken „Tonus" und „Atonie", welche den Pathologen so sehr geläufig sind, mit der Sache des Muskeltonus, der in der Physiologie eine feste Bedeutung erlangt hat, Nichts zu thun. Der Pathologie muss es

1) Grundzüge der Physiologie des Nervensystems, Giessen 1854.

2) Archiv für pathologische Anatomie Bd. VI. 139.

erwünscht sein, sich ihrem „Tonus“ gegenüber ihren Standpunkt klar gemacht zu sehen. —

Nachdem bisher rein historisch die Entwickelung des Begriffes des Tonus verfolgt und referirt worden ist, welche Deutungen zu verschiedenen Zeiten die Erscheinungen erfahren haben, die man neuerdings als Beweise für die Existenz des modernen Tonus angeführt hat, gehen wir zur Prüfung der Gründe pro et contra über, um zu sehen, wie weit die Frage schon spruchreif ist.

1. Die Retraction durchschnittener Muskeln und die Contraction ihrer Antagonisten erklärte Galen durch eine σύμφυτος τοῖς μυσὶν ἐνέργεια, die er als von den Nerven unabhängig betrachtet, Haller durch seine vis musculis insita, eine den Muskeln eigenthümliche vitale Kraft. Bichat lässt sie von seiner rein physikalischen contractilité par défaut d'extension, Müller (wenigstens in der ersten Ausgabe seines Handbuches) und Henle von einer continuirlichen mässigen Thätigkeit der Nerven und zugehörigen Muskeln, also von dem Tonus engern Sinnes, Weber von der physikalischen Elastizität des Muskelgewebes abhängig sein. Dass letztere zum Theile jene Phänomene bedingt, liegt auf der Hand. Schon der Umstand, dass auch an todten Thieren durchschnittene Muskeln sich retrahiren, wie Jedermann von den chirurgischen Operationsübungen an Cadavern her sich dessen erinnert, beweist es, ebenso beweisen es Weber's Versuche. Doch kann aus letzteren nimmermehr die Folgerung abgeleitet werden, die W. daraus zog, dass nämlich auch bei unversehrten Nerven die physikalische Elastizität alleiniger Grund der Retraction losgelöster Muskeln ist. Zur völligen Begründung seiner Ansicht musste Weber den Beweis stellen, dass nach der Trennung des ischiadicus die durchschnittene Achillessehne sich ebenso weit und mit ebenso grosser Kraft retrahirt, als ohne die Durchschneidung des Nerven. Diesen Beweis ist er schuldig geblieben. Deshalb kann auf seine Versuche hin keine endgültige Entscheidung in der schwebenden Frage getroffen werden.

2. Schwieriger ist die Beurtheilung des Grundes, der zur

Vertheidigung des Tonus von den Verzerrungs- und Verkrümmungserscheinungen bei Lähmungen hergenommen wird. Doch dass auch dieser durchaus nicht schlagend ist, wird aus dem Folgenden hervorgehn. Meistens kommen die Lähmungen erst einige Zeit nach ihrer Entstehung zur Beobachtung. In den gelähmten Theilen sind aber Nutritionsanomalieen eingetreten und mit ihnen nothwendiger Weise Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften der betreffenden Gewebe Hand in Hand gegangen. Die schlechter ernährte Muskelgruppe verliert an elastischer Spannung, sie ist nicht mehr im Stande, die antagonistische in dem Grade von Ausdehnung zu erhalten, den diese im normalen Zustande hatte. In Folge dessen muss sich die letztere contrahiren „par défaut d'extension". So kann man wenigstens bei solchen Lähmungen, die schon einige Zeit bestanden haben, die Spannungs- und in Folge dieser die Lagenveränderung der Theile vollständig erklären, ohne auf den Tonus zu recurriren. Wie lange Zeit nun erforderlich ist, um diese Nutritionsanomalieen in paralytischen Theilen eintreten zu lassen, darüber hat man a priori kein Urtheil. Wenn auch die sichtbare Form der betreffenden Theile sich erst im Laufe der Zeit auffallend ändert, so ist es doch leicht möglich, dass ihre Kräfte viel schneller abnehmen als ihr Volumen. Werden doch bei Ernährungsstörungen, die durch Unterbindung der zuführenden Arterie herbeigeführt sind, die Muskeln ausserordentlich schnell funktionsunfähig. So könnten selbst die sehr bald nach eingetretener Paralyse stattfindenden Formveränderungen der Theile Folge der gestörten Nutritions- und in zweiter Reihe der veränderten Elastizitätsverhältnisse sein. Ferner ist bezüglich derjenigen Beispiele von Entstellungen bei Paralysen, die in der Tonusfrage am häufigsten geltend gemacht worden sind, Folgendes zu bemerken. Man hat erstens die Abweichung der herausgestreckten Zunge nach der kranken Seite hin bei einseitiger Hypoglossuslähmung als Beweis für den Muskeltonus gelten lassen. Doch erklärt sich diese Verschiebung zur Genüge aus der Wirkung der genioglossi auf die Zunge. Vermöge des etwas schrägen Verlaufs

seiner Fasern nämlich bewegt jeder genioglossus bei seiner Contraction die Zunge nicht blos nach vorne, sondern giebt zugleich ihrer Spitze eine Richtung nach der andern Seite hin. Wirken beide genioglossi zusammen, so heben sich die beiden die Zunge nach den Seiten hin bewegenden Kräfte auf und es bleibt nur die Bewegung geradeaus übrig. Fällt aber bei einseitiger Hypoglossuslähmung die Wirkung des einen genioglossus aus, so nimmt die Zunge ganz die Bewegung an, die ihr von dem andern genioglossus ertheilt wird, d. h. sie wird nach vorne und zugleich mit der Spitze nach der gelähmten Seite hin bewegt. — Was zweitens die Verzerrung des Mundes nach der gesunden Seite hin bei einseitiger Facialislähmung anlangt, so ist Folgendes zu bemerken: Werden im Normalzustande die Muskeln, die sich in die Mundwinkel inseriren, in Bewegung gesetzt, so wirken an beiden Winkeln gleiche Kräfte auf den orbicularis oris, der in Folge dessen nach beiden Seiten hin gleich gedehnt wird und beim Nachlassen der Contraction jener Muskeln natürlich seine normale Form wieder einnimmt. Sind die Muskeln des einen Mundwinkels gelähmt, so muss bei der willkürlichen Contraction der entsprechenden Muskeln der gesunden Seite der ganze orbicularis, der nirgends eine feste Insertion hat, nach dieser Seite hin verzogen werden, wobei die Muskeln der kranken Seite eine Dehnung erfahren. Nach Beendigung der Contraction sind letztere nicht im Stande, die durch die willkürliche Action herbeigeführte Verzerrnug wieder aufzuheben, die deshalb eine bleibende wird. Sie wird mit der Dauer der Lähmung immer bedeutender, weil die gelähmten Muskeln immer schlaffer und dehnsamer werden[1]). Man sieht, dass sich der Tonus-Hypothese eine andere nicht weniger berechtigte entgegensetzen, dass sich mithin aus den besprochenen Erscheinungen kein sicherer Schluss auf die Existenz oder Nichtexistenz des Tonus ziehen lässt.

3. Man hat das Verhalten der Sphincteren als Beweis für

---

1) Aehnliche Betrachtungen in Bezug auf den letzten Punkt stellt schon Koelliker an l. c.

eine continuirliche, unwillkürliche, vom Rückenmarke abhängige, also „tonische" Action angeführt. Und es ist dies in der That ein Factum, dem sich Nichts entgegensetzen lässt. Zwar bemüht sich schon Galen, die Thätigkeit der Sphincteren als eine durch den Willen bedingte darzustellen; es sollte selbst im Schlafe, nur unbewusst, der Wille wirksam sein. Ludwig scheint auf dasselbe hinaus zu wollen, wenn er hervorhebt, dass der Koth bei Menschen unwillkürlich abgeht, wenn der Zusammenhang der die Sphincteren versorgenden Nerven mit dem Gehirne durch Verwundung des Hals- oder Brustmarkes aufgehoben ist. Dagegen ist zu erwidern, dass die Lage des Centralorgans für die Sphincteren ja nicht bekannt ist. Jedenfalls würde man aber sehr complicirte Voraussetzungen machen müssen, wenn man den Sphincterenschluss als einen willkürlichen darstellen wollte. Dem unbefangen Urtheilenden drängt sich die Annahme auf, dass in der That die Sphincterennerven in einer continuirlichen, unwillkürlichen Thätigkeit begriffen sind. Wenn dies nun auch zugegeben wird, so ist damit keineswegs zugestanden, dass alle anderen Muskeln in ununterbrochener Thätigkeit verharren. Man muss sich in den empirischen Naturwissenschaften ausserordentlich davor hüten, Fakta, die für einen Fall richtig sind, auch für andere Fälle ohne Weiteres als richtig anzunehmen. Nicht einseitig, sondern nur nach allen Seiten hin begründete Erfahrungen können als allgemeine Wahrheiten gelten.

4. M. Hall's oben erwähnte Versuche an zwei enthaupteten Kaninchen und einer enthaupteten Schildkröte sind wenig beweiskräftig. Sehen wir von den Beobachtungen ab, die er bezüglich der Reflexbewegungen anstellte, so bleiben als Beweise für die Aenderung der Spannung der Muskulatur, also für den Wegfall des „Tonus" nur die Bemerkungen übrig, dass die Extremitäten der Thiere nach jener Operation „erschlafft" sein und „ihre Widerstandskraft" verloren haben sollen. Diese Symptome sind aber offenbar nur dem ungefähren Augenscheine entnommen und deshalb als wissenschaftliche Beweismittel für so delikate Fragen ohne Gewicht.

5. Wir haben die für den Tonus angeführten Gründe und die Gegengründe besprochen und gesehen, dass beide durchaus nicht hinreichend sind, um einen endgültigen Schluss zu formuliren. Es bleibt noch eine Thatsache übrig, die allerdings zur Annahme einer continuirlichen Innervation geneigt macht, weil sie das Vorhandensein derselben wenigstens an einem Nerven sicher beweist. Ich habe den Vagus im Auge. Nach Durchschneidung desselben oder während[1]) der Durchleitung eines constanten Stromes steigt die Frequenz der Herzschläge sofort bedeutend; auf der andern Seite sinkt sie, selbst bis auf Null, bei Erregung des Nerven durch einen discontuirlichen Strom. Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die mittlere Zahl von Herzschlägen, die für den physiologischen Zustand die Norm ist, aus einer continuirlichen Innervation des Vagus von den Centralorganen aus, also aus einer „tonischen" Thätigkeit desselben resultirt Wenn nun für den Vagus eine continuirliche Innervation unleugbar bewiesen und sie auch wohl für die Sphincteren nicht wegzudeduciren ist, so wird man sehr geneigt, dieselbe auch für die übrigen in centrifugaler Richtung ihre Effecte äussernden Nerven zu supponiren, wie es die Tonustheorie haben will.

Alles zusammengenommen, ergiebt sich, dass die Physiologie über den Tonus der willkürlichen Muskeln durchaus im Unsichern ist. Dieser Mangel einer bestimmten Basis zur Beurtheilung der Frage drängte sich mir zuerst auf, als ich das Glück hatte, in den Jahren 1852 und 53 einer grossen Zahl von Versuchen über Muskelbewegung beizuwohnen, die mein verehrter Lehrer Herr Prof. Volkmann in Halle anstellte. Er selbst begann, an der Richtigkeit seiner früher im Artikel „Nervenphysiologie" geäusserten Ansicht zweifelhaft geworden, in ähnlicher Weise, wie ich es im Folgenden durchgeführt habe, über den Tonus zu experimentiren, doch blieben seine Versuche auf eine geringe Zahl mit wechselnden Resultaten beschränkt. Ich habe die folgenden Unter-

1) nicht nach der Durchleitung, wie Ludwig in seinem Lehrbuche unrichtig referirt (II. 68).

suchungen im physiologischen Laboratorio des Herrn Prof. du Bois-Reymond zu Berlin angestellt, der nicht ermüdete, mich mit Hülfsmitteln aller Art für die Durchführung der Arbeit zu versehen. Es sei mir vergönnt, demselben meinen innigen Dank für seine ausserordentlich liberale Unterstützung auszusprechen.

Versuche.

Die meinen Versuchen zu Grunde liegende Idee ist folgende: Wenn für jeden Muskel in der stetigen mässigen Erregung seines motorischen Nerven, welche nach der Tonustheorie ununterbrochen von den Centralorganen ausgeht, eine Ursache immerwährender Thätigkeit, fortwährenden Contractionsbestrebens liegt, so wird diese Action sofort aufhören, sobald alle Nervenbahnen zwischen dem Muskel und dem Rückenmarke unterbrochen sind. Nach Durchschneidung der motorischen Nerven wird die Contraction des Muskels, soweit sie vom Rückenmarke abhängt, sofort nachlassen, seine Spannung, welche Folge sowohl der physikalischen Elastizität, als der „tonischen Erregung“ war, wird sich nach Aufhebung der letztern verringern. Um diese Spannungsabnahme, falls sie nach der Nervendurchschneidung eintreten sollte, genau controlliren zu können, verfuhr ich nach folgendem Prinzipe: Wird ein Muskel am lebenden Thiere an seinem unteren, dem Rumpfe ferneren, Insertionspunkte losgelöst, mit sorgfältiger Schonung seines motorischen Nerven frei präparirt bis zur oberen Insertion hin, dann das Thier in eine solche Lage gebracht, dass der Muskel frei vertikal herabhängt, und nun an das untere Ende desselben ein Gewicht angehängt, so wird der Muskel durch das Gewicht ausgedehnt. Die Dehnung hat ihre Grenze, wenn die Spannung des Muskels eine dem Gewichte entsprechende Grösse erreicht hat. Die Spannung setzten wir aber als bedingt: 1. Durch die physikalische Elastizität der den Muskel constituirenden Gewebe; 2. durch die vom unversehrten motorischen Nerven abhängige tonische Thätigkeit der contractilen Muskelfaser. Wenn der Muskel das Maximum seiner Expan-

sion erreicht hat, findet Gleichgewicht statt zwischen der durch das Gewicht repräsentirten expandirenden Kraft einerseits, und den contrahirenden Kräften, der Elastizität und dem Tonus, andererseits. Sogleich anzugebender Folgerungen wegen ist es von Wichtigkeit, auf die nach dem letzten Satze selbstverständliche Relaction zwischen der elastischen Spannung und der expandirenden Kraft des Gewichtes ausdrücklich aufmerksam zu machen, dass nämlich erstere geringer ist als letztere, um so viel, als die aus der tonischen Thätigkeit des Muskels hervorgehende Kraftgrösse beträgt. Wird nun bei der beschriebenen Anordnung des Versuches die tonische Contraction des Muskels durch Trennung seines motorischen Nerven vernichtet, so wird das Gleichgewicht zwischen den contrahirenden und expandirenden Kräften aufgehoben. Es tritt Verlängerung des Muskels ein. In Folge dessen nimmt seine elastische Spannung zu. Ist sie bis zu einer dem Gewichte entsprechenden Grösse gewachsen, so tritt ein neuer Gleichgewichtszustand ein. Dieser Gang der Dinge muss erwartet werden, wenn Tonus im Muskel vorhanden ist. Fehlt er aber, so wird die Durchschneidung des Nerven ohne Einfluss auf die Muskellänge sein; denn der Muskel wird von vorn herein durch das Gewicht so weit ausgedehnt werden, dass seine elastische Spannung dem letztern entspricht.

Die bisherige Darstellung muss noch in Etwas modifizirt werden. Jeder Muskel nämlich erfährt durch ein angehängtes Gewicht, durch das er im Augenblicke nur bis zu einer bestimmten Länge expandirt wird, mit der Zeit eine weitere continuirliche Dehnung. Der Längenzuwachs für gleiche Zeiten ist am Anfange der Dehnung am bedeutendsten und nimmt später schnell ab. Denken wir uns auf der Abscissenaxe Ox eines Coordinatensystemes (Fig. 1) die Stücke Ox^1, x^1x^2, x^2x^3 etc. den Zeiteinheiten entsprechend abgetragen, denken wir uns ferner auf der Ordinatenaxe das Stück Ly gleich der Länge des Muskels am Anfange der Beobachtung aufgetragen, durch y eine Parallele zur Abscissenaxe gezogen, in x^1, x^2 u. s. f. Ordinaten errichtet, welche jene

Parallele in y^1, y^2 u. s. f. schneiden, endlich auf die Ordinatenstücke y^1x^1, y^2x^2, etc. von y^1, y^2 etc. aus die den Zeiten Ox^1, Ox^2 etc. entsprechenden Längenzuwächse = y^1l^1, y^2l^2 etc. aufgetragen, so werden die Punkte l^1, l^2 u. s. f. durch eine Curve verbunden werden, die ihre Convexität der Abscissenaxe zukehrt. Wie ist nun von diesen Längenzuwächsen zu unterscheiden der Zuwachs, welchen der Muskel nach Durchschneidung seines Nerven erfährt, falls Tonus vorhanden ist? Offenbar wird hier eine plötzliche Verlängerung des Muskels eintreten, weit bedeutender, als die sehr geringen Zuwächse, welche aus der continuirlichen Dehnung hervorgehen. Die Curve wird mithin an der Stelle, welche dem Zeitpunkte der Nervendurchschneidung entspricht, discontinuirlich werden, indem sie plötzlich nach der Abscissenaxe hin um ein Stück sinkt, welches von der Grösse der vernichteten tonischen Contractionskraft abhängig ist. Darauf wird sie einen dem früheren ähnlichen Gang einhalten. Geschieht also in unserm Curvenschema Fig. 1 die Durchschneidung bei x^n, so wird die Curve in der nächsten Zeiteinheit plötzlich bis l^n sinken und dann in der früheren Weise fortgehen. Ist dagegen kein Muskeltonus vorhanden, so wird die Continuität der Curve durch die Nervendurchschneidung nicht gestört werden.

Die Durchführung der Versuche nach dem eben entwikkelten Prinzipe hat manche nicht leicht zu beseitigende Schwierigkeiten. Die Messung der Muskellängen musste mit grosser Schärfe vorgenommen werden, da einmal die Längenzuwächse des Muskels in Folge der Dehnung innerhalb kurzer Zeiträume sehr gering sind, da ferner vielleicht auch die tonische Kraft des Muskels keine bedeutende Grösse hatte, so dass dann die nach der Vernichtung derselben eintretende Verlängerung ebenfalls nicht sehr bedeutend sein konnte. Diese Schwierigkeit war überwunden, wenn es gelang, dem obern Insertionspunkte des Muskels, an dem die Untersuchung vorgenommen wurde, eine durchaus feste Lage zu geben. Dies vorausgesetzt, brachte ich an dem untern Ende des Muskels einen vertikalen Stahlstab an, der wieder an

seinem untern Ende das dehnende Gewicht auf einer kleinen Schale trug, während an seine Mitte eine kleine versilberte Scala mit Millimetertheilnng angeschranbt war. Anf einen bestimmten Theilstrich der Scala stellte ich den horizontalen Faden des Fadenkrenzes eines Fernrohrs ein, das sich in einiger Entfernung von der Scala befand. Bei jeder Längenveränderung des Mnskels trat ein anderer Theilstrich der Scala in das Fadenkreuz. Es ist klar, dass anf diese Art jede Veränderung der Mnskellänge mit beliebiger Genauigkeit gemessen werden konnte, wenn die Theilung der Scala hinreichend ins Feine getrieben war und das Fernrohr dem entsprechend vergrösserte. Bei meiner Scala gingen auf 1 Millimeter 5 Theilstriche. Die Vergrösserung des Fernrohres reichte hin, um jeden Scalengrad in 10 Theile durch Schätznng zerlegen zu lassen, so dass mit hinreichender Sicherheit Längenveränderungen im Betrage von $^1/_{50}$ Mm. constatirt werden konnten, eine für die vorliegenden Zwecke völlig genügende Feinheit der Beobachtung. Alles kam darauf an, den obern Insertionspunkt des Muskels am lebenden Thiere nnverrückbar zu machen. Wie diese ansserordentlich schwierige Anfgabe gelöst wurde, werde ich später bei Beschreibung der einzelnen Versuche anführen.

Bei Zuckungen des Muskels traten Pendelschwankungen des die Scala tragenden Stabes ein, welche das Scalenbild verrückten. Um sie zu vermeiden, liess ich bei meinen ersten Versnchen den Stahlstab durch eine feine Messingführung gehen. Doch lag in der hier nnvermeidlichen Reibung eine Quelle für Fehler von unerwarteter Grösse. Deshalb musste ich die Führung bald aufgeben und eine andere Methode anwenden, um den Schwankungen zu begegnen. Auf Hrn. Prof. dn Bois-Reymond's Rath gebrauchte ich folgendes Mittel, das sich als ausserordentlich nützlich und für ähnliche Versnche als empfehlenswerth erwies. Am untern Ende des Stahlstabes wurde ein Messingrahmen angebracht, innerhalb dessen die Schale für die Gewichte hing. An seiner untern Seite befand sich, genau in der verlängerten Richtung des Stahlstabes ein zweiter kürzerer Stab, der an sei-

nem untern Ende in zwei auf einander senkrechten, im Mittelpunkte seines Querschnittes sich kreuzenden, seiner Axe parallelen Ebenen Schnitte hatte, in die ein Kreuz von zwei sehr dünnen Glimmerblättern eingelassen war. Jedes Blatt hatte die Form eines Rechtecks, dessen Seiten resp. 70 Mm. und 40 Mm. lang waren. Diese windflügelartig gestellten Blätter tauchten in ein Gefäss mit Olivenöl. Es genügte diese Vorrichtung, um jede Pendelschwankung von einer die Sicherheit der Beobachtung gefährdenden Grösse zu verhüten.

Nachdem die Idee meiner Versuche und die Vorrichtungen im Allgemeinen beschrieben, gehe ich zu den speziellen Experimenten über.

Ich arbeitete zuerst an Fröschen, bei welchen ich eine Muskelgruppe des Oberschenkels, den adductor magnus und semimembranosus Cuv. benutzte. Nach Unterbindung der aorta und Freilegung des n. ischiadicus einer Seite (den ich nach der Präparation durch übergelegte Muskeln vor Luftzutritt völlig schützte,) wurde die genannte Muskelgruppe derselben Seite präparirt, dann beide Oberschenkel exartikulirt und entfernt, queer durch die Pfannen ein dreikantiger stählerner Spiess gestossen und dieser vor einem vertikal stehenden Brettchen befestigt. Letzteres nämlich, das auf dem Rande eines andern horizontalen Brettes durch Schrauben befestigt war, trug unten zwei Messingstücke, deren Abstand von einander etwas geringer war, als die Länge des Spiesses. Das eine derselben hatte ein Loch zur Aufnahme der Spitze des Spiesses, das andere einen Schnitt, in welchem durch eine Schraube das zweite Ende des Spiesses unverrückbar befestigt wurde. Schnürte ich noch die vordern Extremitäten durch Seidenschnüre an das vertikale Brettchen fest, so war ich sicher, den obern Insertionspunkt der benutzten Muskelgruppe genau fixirt zu haben. An ihrem untern Ende hatte ich das obere Stück der tibia hängen lassen, um an dieses mittelst einer kleinen Klemmschraube den Stahlstab zu befestigen, der die Scala und die Schale mit den Gewichten trug. Dieser ganze Apparat sammt dem Messingrahmen und den Glimmerflügeln wog gegen 5 Grm. Da dieses Belastungs-

gewicht für die Muskeln constant blieb, werde ich es später nicht besonders erwähnen, sondern als Belastnng nur die Gewichte anführen, welche ich auf die kleine Schale legte.

Ich gebe nun einige nach dem obigen Prinzipe gewonnene Curven. Statt anf die Ordinaten die ganzen Mnskellängen Ly, L^1l^1, L^2l^2 u. s. f. aufzutragen, wie sie in dem Schema Fig. 1 verzeichnet sind, zeichne ich nur die Variationen des Höhenstandes des untern Muskelendes in den verschiedenen Zeiträumen, ich markire also nur die den Punkten y, l^1, l^2 etc. der Fig. 1 entsprechenden Punkte. Wird zugleich die Länge des Muskels am Anfange der Beobachtung angegeben, so kann man diese zu den (positiven oder negativen) Zuwächsen leicht hinzuaddiren nnd so ein Bild der ganzen Mnskellängen sich construiren. — Ich habe aus der Zahl der Curven, die ich besitze, nur zwei abgezeichnet, weil alle anderen ihnen vollkommen analog sind. Die erste, Fig. 2, bezieht sich anf eine Muskelgruppe von 35 Mm. Länge [1]) und 10 Grm. Belastung, die zweite, Fig. 3, auf eine Gruppe von 40 Mm. Länge und 20 Grm. Belastung. Die einzelnen Abscissenstrecken entsprechen einer halben Minute, denn die Länge des Muskels wurde jede halbe Minnte an dem Stande der Scala abgemessen. Der Werth eines Ordinatentheiles beträgt 0,2 Mm. Wo die die Muskellängen angebenden Punkte mit einem darüber stehenden (†) bezeichnet sind, geschah in der vorhergehenden halben Minute eine Zuckung. Ich musste Zuckungen veranlassen, um mich über den Einfluss derselben auf den Stand der Scala zu unterrichten, da ja bei der Durchschneidung des Nerven eine Zuckung schwer zu vermeiden war. Oft zuckten die Frösche ohne äussere Veranlassung, wenn sie aus ihrer unbequemen Situation sich zu befreien trachteten. Im Nothfalle kniff ich empfindliche Hautstellen mit einer Pincette, um die Thiere zu Zuckungen zu veranlassen. Man sieht, namentlich an der zweiten Curve, dass die mit einem (†) versehenen Punkte öfters höher ste-

1) Die angegebene Länge ist hier, wie später, das Mittel aus mehreren Messungen an verschiedenen Stellen der Muskelgruppe.

stehen als die vorangehenden und folgenden. Es geht daraus hervor, dass nach Zuckungen öfters geringe Contractionen der Muskeln zurückbleiben, die erst allmälig nachlassen. Ich habe diese bleibenden Zusammenziehungen sehr häufig nach stärkeren Zuckungen beobachtet. Die Regelmässigkeit der Curven in der Gestalt, wie wir sie nach dem Früheren erwarten durften, wird durch diese Contractionen allerdings gestört, doch bleibt der Sinn ihres Ganges im Allgemeinen derselbe. In beiden vorliegenden Curven trat eine allmälige Dehnung des Muskels ein, die in der ersten in 14,5 Min. 0,44 Mm., in der zweiten in 18,5 Min. 0,4 Mm. betrug. In beiden Fällen ist aber die Durchschneidung des Nerven, die durch ein schwarzes Doppelkreuz (#) angedeutet ist, ohne allen Einfluss auf den Gang der Curve, es tritt durchaus nicht ein irgend bemerkliches Sinken derselben nach der Trennung ein, was wir erwarten mussten, wenn der Muskel vom Rückenmarke aus im Zustande einer mässigen Contraction gehalten wurde. Es folgt daraus: die animalen Muskeln besitzen keinen vom Nervensysteme abhängigen Tonus in dem erörterten Sinne des Wortes.

Die Berechtigung dieses Schlusses aus den obigen Beobachtungen ist noch näher zu begründen. Man könnte annehmen, dass Tonus zwar vorhanden ist, aber von einer so geringen Grösse, dass er den hier angewandten Beobachtungsmitteln entgeht. Stellen wir zuerst fest, welche Grösse der Ausdehnung des Muskels übersehen werden konnte. Nach den früheren Angaben konnte ich auf der Scala $^1/_{50}$ Mm. durch Schätzung ablesen. Die Länge des ersten Muskels, dessen Zahlen ich bei der Berechnung zu Grunde legen will, betrug 35 Mm. Ich konnte es also feststellen, wenn sich der Muskel um $^1/_{1750}$ seiner Länge ausdehnte, und Längenveränderungen dieser Grösse sind auch in der Curve verzeichnet worden. Ich will nun die Möglichkeit sogar relativ grosser Fehler zugeben, obgleich ich für dieselben keine Quelle zu finden wüsste. In keinem Falle hätte es mir entgehen können, wenn sich die Muskeln bei den einzelnen Beobachtungen nach der Nervendurchschneidung regelmässig um einen

halben Theilstrich (= $^1/_{10}$ Mm.) verlängert hätten. Eine solche plötzliche Verlängerung ist aber niemals vorgekommen. Der Muskel hat sich also, was über allen Zweifel feststeht, bei der Belastung von 10 Grm (wozu das Gewicht der durch Stahlstab, Scala etc. repräsentirten Belastung von 5 Grm. kommt) nach der Nervendurchschneidung nicht um $^1/_{350}$ seiner Länge ausgedehnt. Es kann somit als sicher angesehen werden, dass die hypothetische tonische Kraft keinenfalls so gross ist, um 10 Grm. um $^1/_{10}$ Mm. zu heben. In anderen Fällen betrug die Belastung nur 5 Grm., das Resultat war ein gleiches. Nimmt man hinzu, dass der Queerschnitt der benutzten Muskelgruppe, den ich nicht bestimmt habe, ein beträchtlicher ist, so sieht man, dass die hypothetische tonische Kraft unter eine Grösse sinkt, welche für Zwecke des Organismus noch verwendbar sein dürfte. Diese Betrachtung scheint mir um so schlagender, als ich alle Daten der Rechnung sehr zu meinen Ungunsten angenommen habe.

Man könnte ferner behaupten, in Folge der Präparation sei der Tonus erloschen. Doch schon daraus, dass die Frösche willkürliche Zuckungen zu vollführen im Stande waren, geht hervor, dass die Leitung vom Rückenmarke zu dem Muskel und die Contractilität des letztern intact war. Ferner gelang es ohne Ausnahme nach Durchschneidung des Nerven vom peripherischen Ende aus durch mechanische Reizung kräftige Muskelcontractionen zu erzeugen, was die Fortdauer der Leistungsfähigkeit sowohl des Nerven als des Muskels beweist. Man wird endlich sehen, dass bei den Kaninchen, auf die ich sogleich komme, Muskel und Nerv unmittelbar gar nicht insultirt wurden, dass aber trotzdem die Resultate dieselben blieben.

Endlich ist ein dritter Einwand in Betracht zu ziehen, den ich mir selbst gemacht habe. Bei Fröschen vergrössert sich nach Vagusdurchschneidung die Frequenz der Herzschläge nicht, während sie bei Säugethieren ausserordentlich zunimmt. Es scheint daraus hervorzugehen, dass bei den letzteren der Vagus im Zustande ununterbrochener Thätigkeit sich befindet, bei ersteren nicht. Was für diesen Nerven gilt, könnte

leicht auch für die anderen Geltung haben. Der Beweis der Nichtexistenz des Mnskeltonus bei Fröschen konnte deshalb nicht als Beweis gegen den Tonus im Allgemeinen betrachtet werden. Ich musste sonach den Versuch an warmblütigen Thieren wiederholen. Ich wählte Kaninchen, weil bei ihnen am leichtesten die Forderung zu erfüllen war, den obern Insertionspunkt des benutzten Muskels zu fixiren. Seiner Lage sowohl als der Leichtigkeit der Präparation des zugehörigen Nerven wegen ist der gastrocnemius des Kaninchens am besten zu benutzen, obwohl ihn die Kürze seiner Fasern weniger empfehlenswerth macht. Die Kaninchen befestigte ich so, dass ich sie mit der Bauchseite anf ein Brett legte, auf welches ich die vorderen Extremitäten anfband, während ich an den hinteren Extremitäten beiderseits zwischen den Knochen und der starken Muskulatur der Hinterseite des Oberschenkels ein breites Leinwandband durchzog, um mittelst desselben die Oberschenkel fest an dasselbe Brett anznschnüren. Ebenso wurden zwischen Achillessehne nnd Unterschenkelknochen breite Bänder durchgezogen und durch diese die Unterschenkel fixirt, welche gerade bis an den untern Rand des Brettes reichten. Letzteres stand, dnrch Schrauben befestigt, vertikal auf dem Rande eines horizontalen, von einer Holzwand mit starken Streben getragenen, Brettes, an welches die im Fussgelenke rechtwinklig nmgebogenen Füsse befestigt wnrden. Nachdem das Kaninchen auf diese Art in vertikaler Lage fixirt war, schnitt ich das hintere Ende des calcanens, an das sich die Achillessehne festsetzt, mit einer Knochenzange vom übrigen Knochen ab, präpärirte die Achillessehne bis znm untern Ende des Muskelbauches, der selbst vom Felle bedeckt blieb, frei, und befestigte an das an ihrem untern Ende hängende Knochenstückchen mittelst einer Klemmschraube den die Scala tragenden Stahlstab. Der Stamm des nv. ischiadicus kann in seinem Verlaufe am obern Ende des Oberschenkels sehr leicht zugänglich gemacht werden. Alle diese Operationen lassen sich fast ganz ohne Blutung ausführen. Im Uebrigen wurde die Beobachtung ganz wie bei den Fröschen angestellt.

Von den an Kaninchen gewonnenen Curven gebe ich ebenfalls zwei, Fig. 4 und 5. Die erste Curve bezieht sich auf einen sehr kleinen Muskel von nur 25²/₃ Mm. Länge, der mit 50 Grm. belastet war. Anfangs trat, wie man sieht, eine beträchtliche Dehnung ein. Der daraus resultirende Gang der Curve wird durch eine Zuckung in der sechsten halben Minute der Beobachtung unterbrochen, nach welcher die Dehnung momentan beträchtlicher wird als vorher (ein Umstand, der auch in der Curve Nr. 3 in der zehnten halben Minute eintritt). Bald darauf wird die Dehnung geringer. Die Senkung der Curve nach der Durchschneidung übertrifft die vorher durchaus nicht; im Gegentheile, die Durchschneidungs-Contraction ist bei der auf die Operation folgenden Ablesung noch ein wenig sichtbar und verschwindet erst bei der nächsten. — Die zweite Curve (Fig. 5) ist an einem sehr starken Muskel von 34 Mm. Länge gewonnen. Die Belastung betrug 100 Grm. Die Beobachtung konnte erst einige Minuten nach Anbringung der Belastung beginnen. Darin lag wohl der Grund, dass keine Dehnung mehr verzeichnet wurde. Sie war schon vollendet und hatte bei dem sehr starken Muskel wohl keine besondere Grösse. Man sieht, dass fast nach jeder Zuckung eine Contraction von fast 0,2 Mm. zurückbleibt, die sich sehr bald wieder ausgleicht, und dass die Länge, die der Muskel am Anfange des Experiments hatte, constant bleibt, sowohl vor als nach der Nervendurchschneidung.

Die übrigen an Kaninchen gewonnenen Curven geben durchaus dieselben Resultate. Es bestätigt sich also der oben aufgestellte Satz, dass die Hypothese des Muskeltonus eine ungegründete ist.

Um zu zeigen, welchen Abfall die Curven ungefähr haben mussten, wenn Tonus vorhanden war, gebe ich in Fig. 6 ein Stück einer Curve, die an einem Kaninchen gewonnen ist, während es tetanische Krämpfe hatte. Nachdem die Curve eine Strecke in gewöhnlicher Weise fortgegangen war, erhob sie sich plötzlich weit über die Abscisse und verlief so unregelmässig, dass es unmöglich war, ihren Gang genauer zu verfolgen. Uns interessirt hier auch nur der Moment der

Durchschneidung. Sie geschah, als ich den Stand des Muskels in einem Augenblicke genau fixirt hatte, wo die Erhebung über die Abscisse 15 Scalengrade betrug. Sofort sank, wie man sieht, der Muskel auf die Anfangsabscisse und wurde während mehrerer Minuten continuirlich gedehnt, unbekümmert um die noch fortdauernden tetanischen Stösse in den anderen Muskeln. Eine ähnliche, wenn auch nicht so bedeutende, doch ebenso plötzliche Senkung der Curve hätte stattfinden müssen, wenn unter normalen Verhältnissen, wie unter den hier beobachteten abnormen, vom Rückenmarke aus die motorischen Nerven in continuirlicher Erregung gehalten würden. Uebrigens dient dieser Fall zum Beweise für die Sicherheit der Befestigung des Thieres: denn nachdem die Anfangsabscisse erreicht war, ging die Curve ihren gewöhnlichen Gang, obgleich intensive Krämpfe den übrigen Körper erschütterten. —

Dass mit der Widerlegung des Tonus für die animalen Muskeln dieselbe für die vegetativen Muskeln noch nicht gegeben ist, versteht sich von selbst. Gerade in neuester Zeit sind bei Gelegenheit der zahlreichen Versuche über Temperaturveränderung nach Nervendurchschneidungen Beobachtungen gemacht worden, die im Falle ihrer Bestätigung dem Tonus der Gefässe sehr das Wort reden. Doch finden sich noch Widersprüche unter den Resultaten der verschiedenen Experimentatoren, so dass bis jetzt sichere Schlüsse nicht gezogen werden können. Es stehen wohl von der nächsten Zukunft Aufschlüsse über die hier einschlagenden, jetzt von so vielen Seiten angeregten Fragen zu erwarten.

Berlin, den 1. Oktober 1855.

Bemerkungen über die Randkörper der Medusen.

Von

Prof. C. Gegenbaur zu Jena.

(Hierzu Taf. IX.)

Wenn die physiologische Bedeutung der sogenannten Randkörper der Medusen als sensitive Apparate im Allgemeinen auch schon seit längerer Zeit bekannt ist, so scheint mir doch die allerdings oft besprochene Frage, welchem specifischen Sinne sie angehören, bisher ohne genaue auf anatomische Untersuchungen gestützte Beantwortung geblieben zu sein, und man schwankt heutzutage noch zwischen Gehör- und Sehorgan, je nachdem man diese oder jene Form, in welcher die Randkörper auftreten, im Sinne hat. Wie sich aber diese Randkörper in den natürlichen Gruppen der Medusen vertheilt zeigen, und in welchen Combinationen sie auftreten, das ist meines Wissens bis jetzt noch unbesprochen geblieben.

Gaede, Rosenthal, Ehrenberg, Koelliker, Will, Wagner und in neuerer Zeit Forbes und Agassiz haben mehrfach diesen Organen ihre Aufmerksamkeit geschenkt, so dass wir bei zahlreichen Gattungen und Arten von den Formen der Randkörper genau unterrichtet sind, und es sogar möglich wird, die typische Bildung derselben für die einzelnen Familien festzustellen. Ja, sehr häufig geben die Randkörper einen besseren Aufschluss über die Stellung des Thieres, als man durch die früher nur zu sehr für wichtig gehaltene Körperform oder die Verhältnisse der Tentakeln zu erlangen vermocht hatte. Hiervon überzeugten mich vielfach mein eigenen Untersuchungen, die sich über die wichtigsten

der Medusenfamilien erstrecken und vielleicht einiges dazu beitragen mögen, die Organisation, und damit auch die Bedeutung näher unterscheiden zu lernen.

A. Randkörper der niederen Medusen.

Alle hierher zu rechnenden Schirmquallen, welche mit Einschluss der von Forbes unpassender Weise als nacktäugige Medusen benannten Polypensprösslinge, die Aequoriden und Aeginiden, sowie die Geryoniden umfassen: lassen zweierlei Arten der Randkörper erkennen, welche auf die gehörig umgränzten Familien genau vertheilt sind, und ebensosehr auch in ihrer Bedeutung auseinander gehalten werden müssen. Alle finden sich am Rand der mit einer Schwimmhaut (Velum nach Forbes) umsäumten Scheibe oder Glocke, und stehen entweder mit der Tentakelbasis in inniger Beziehung, oder sie sitzen als kurze Hervorragungen zwischen den Tentakeln, in einem Falle merkwürdiger Weise von langen Stielen getragen.

Es lassen sich diese Randkörper in zwei Abtheilungen scheiden, die bei der Systematik der Medusen recht gut zu verwerthen sind. Die eine Form tritt uns als Bläschen mit erdigen Concretionen entgegen, die andere erscheint nur als Pigmentablagerung, die zuweilen einen lichtbrechenden Körper umschliesst.

a. Bläschenförmige Randkörper.

Diese finden sich erstlich bei allen Geryoniden, dann bei sämmtlichen Aeginiden, wahrscheinlich auch bei den Aequoriden (soweit nämlich diese durch den Besitz einer Schwimmhaut bestimmter abzugränzen sind) und endlich bei einem Theile der bisher unter dem Genus *Thaumantias* untergebrachten kleinen Medusenformen.

Bei den ächten Oceaniden, sowie bei den Thaumantiaden, welche Familien beide durch Pigmentflecke an der Tentakelbasis ausgezeichnet erscheinen, ist keine Spur von bläschenförmigen Randkörpern von mir beobachtet worden, sowie auch dasselbe aus den sorgfältigen Untersuchungen von Agassiz hervorgeht, so dass zwischen beiden Formen der

Randauszeichnung ein sich gegenseitig ausschliessendes Verhalten zu bestehen scheint.

Eine von Forbes gemachte Angabe, nach welcher auch bei einer ächten Oceanide (*Oceania turrita*) nebst den Pigmentflecken ein concretionhaltiges Bläschen vorkommt, soll weiter unten analysirt werden.

Was nun die in Rede stehenden Bläschen selbst betrifft, so finden wir diese von rundlicher, elliptischer oder länglicher Gestalt, mit stets sehr dünner Wandung versehen, die sich continuirlich in die Integumente der Meduse fortzusetzen scheint, und von allen Seiten den Hohlraum umschliesst. Innen findet sich ein Epithel von glatten polygonalen Zellen, die aber erst nach Behandlung mit Essigsäure sichtbar werden. (Fig. 6.) Als Inhalt des Bläschens sieht man von klarer Flüssigkeit umgeben eine oder mehrere sphärische oder oval geformte bewegungslose Concretionen, die, nach ihrer Reaction auf Zusatz von Säuren zu schliessen, zum Theil aus kohlensaurem Kalke bestehen, und nach ihrer Auflösung einen organischen, die frühere Form nachahmenden Rückstand hinterlassen. (Fig. 6f'.) Krystallinische Bildungen oder Krystalle habe ich niemals beobachtet.

Die Zahl der Randbläschen ist constant bei den Geryoniden, dann bei den kleinen *Thaumantias* ähnlichen Formen, die wohl eine von den eigentlichen Thaumantiaden abzulösende Familie bilden müssen. Sehr wechselnd ist die Zahl bei den Aeginiden, wo sie zugleich ihr bis jetzt beobachtetes Maximum, etliche 60, erreicht. Doch bestehen auch in dieser Familie Ausnahmen, da in einigen Gattungen sich Arten finden, welche durch eine Beständigkeit der Randkörperzahl ausgezeichnet sind (z. B. *Aeginopsis*).

Das Vorkommen zeigt bezüglich der Lokalität stets eine innige Beziehung zum Gastrovascularsysteme, ohne dass aber das Lumen der Bläschen, wie man vielleicht anzunehmen geneigt sein möchte, mit dem Innern der Magenfortsätze in offener Communication stände. Diese Relation offenbart sich am besten bei den Cuniniden, wo die Randkörper stets am Ende der Magensäcke, und nie in den Interstitien, mögen

diese schmal oder breit sein, angebracht sind, so dass in ihnen zugleich ein Merkmal gegeben ist, den oft äusserst schwer zu erkennenden Rand des Schirmes zu bestimmen.

Der Tentakelzahl entsprechend trifft man die Randbläschen bei den Geryoniden, und zwar hier je eines an der Basis eines Tentakels, während sie bei den andern Familien mit Radiärcanälen, obwohl bei jeder Species in bestimmter Anzahl vorhanden, sehr verschiedene Modi der Anordnung einhalten, und bald ebenfalls an der Tentakelbasis, bald zwischen zweien oder mehreren Tentakeln erscheinen. In einer eigenthümlichen Weise verhalten sie sich bei einigen Arten aus der Familie der Aeginiden, wo sie von einem kegelförmigen Zapfen (Fig. 2a.), dessen dickeres, vorstehendes Ende eine Vertiefung besitzt, getragen werden, so dass das meist längliche oder kolbige Bläschen (Fig. 2b.) aus der Vertiefung hervorragt, wie etwa der Schwengel aus einer Glocke. Der Zapfen selbst weist deutlich zellige Structur nach, und jede Zelle ragt mit einer starken Wölbung über die Oberfläche vor, ja bei einer der Gattung Aegina verwandten Form trägt jede Zelle regelmässig ein langes nach abwärts gerichtetes Wimperhaar.

Ich habe oben die vom Bläschen umschlossene Concretion als bewegungslos bezeichnet, und wiederhole hier, dass ich in den Bläschen niemals, weder Wimpererscheinungen, noch überhaupt Bewegungen der Concretionen gesehen habe, ausser jenen, die als endosmotische Phänomene auftreten, sobald man zu gewissen Zwecken süsses Wasser einwirken lässt. Auch fast alle meine Vorgänger sprechen sich gegen das Vorkommen von Bewegungserscheinungen aus, nur Kölliker[1]) giebt bei einer „*Oceania*“ das Vorkommen von Wimpern in den Randkörpern an, welche Beobachtung ich nicht im geringsten bezweifele, mit der Bemerkung jedoch, dass jene *Oceania* höchst wahrscheinlich *Oc. marsupialis Esch.* (*Carybdea marsup. Peron*) gewesen, deren höchst merkwürdige Randkörper weiter unten noch näher in Betrachtung gezogen werden sollen.

[1]) Froriep's n. Not. No. 534.

Aber wenn auch das Randbläschen mit einer Cilienumkleidung versehen wäre, so würde doch keine Bewegung der Concretionen stattfinden können. Eine sorgfältige Untersuchung der Randkörper wird diesen Satz begründen.

Wählt man zu Beobachtungsobjecten die ziemlich grossen Randbläschen einer *Geryonia* (Fig. 3—5), so entdeckt man alsbald, dass die Concretion nicht frei in dem Bläschen liegt, sondern durch einen kurzen Stiel (c) mit der Wandung derselben (auch Will gibt die wandständige Lage an und Frey und Leuckart lassen die Concretion wie von einer zarten Zelle getragen und zum Theil in sie eingesenkt erscheinen) verbunden sei, ja dass von diesem Stiele aus noch eine sehr feine Membran (d) über die ganze Concretion sich hinwegzieht, und sie somit vollständig gegen das Lumen des Bläschens hin umschliesst. Bei wiederholtem Nachforschen sieht man dann zuweilen eine noch viel dickere Umhüllung der Concretion, und in der Hülle feine Molecüle und ein ovales oder rundes Körperchen (Fig. 4. e), das sich wie ein Kern ausnimmt, und dessen Bedeutnng als solcher wohl auch recht plausibel erscheint, wenn man in der speziellen Hülle der Concretion eine Zelle erblicken will. In der That liegt auch gar nichts vor, was einer solchen Annahme entgegenstände, so dass wir uns die Bildung der Concretion in der Secretionshöhle einer wandigen, das Innere des Randbläschens vorragenden Zelle vorsichgehend denken können, analog der Bildungsweise anderer Concretionen im niederen Thierreiche, wie z. B. die Nierenconcretionen der Gasteropoden.

Eine ziemlich beträchtliche Reihe von Beobachtungen zeigte mir den Einschluss der Concretion in einer besondern Zelle, und deren bald mehr bald minder stielförmige Verbindung mit der Wandung des Randkörperhohlraumes in bestimmter Weise, und namentlich muss ich es hier ausser den Geryonien noch bei mehren thaumantiasförmigen Medusenarten erwähnen, bei denen ich nach vorgenommener Untersuchung jedesmal genau desselben Bildes ansichtig ward. Weniger gelang es mir bei den Aeginiden solches festzustellen, und nur bei einer Spezies glückte es, die die Concretion umhüllende

Membran deutlich zu sehen, während die anderen Arten nichts dergleichen erkennen liessen, wovon ich die Ursache mehr in der Kleinheit der Randkörper als in einem wirklich abweichenden Verhalten suchen möchte.

Nach diesen Verhältnissen kann also in keinem Falle von Bewegungen der Concretionen die Rede sein, und es fällt ein grosser Theil der Analogie hinweg, nach welchem man die bläschenförmigen Randkörper der Medusen mit den Gehörorganen der Acephalen und Cephalophoren in gleiche Reihe stellt.

b. Pigmentbildungen (Ocelli).

Das Vorkommen von haufenweise gruppirten Pigmentzellen am Rande oder besser an der Tentakelbasis — denn nur hier findet man sie — der Medusen scheidet sich strenge von jenem der vorhin beschriebenen Randbläschen, indem es sich ausschliesslich bei den Gruppen von Medusen trifft, welche ich unter den Familien der Oceaniden und Thaumantiaden begreife, und von denen die ersteren sicher, die letzteren wahrscheinlich ihre Abstammung von ammenden Polypenstöcken ableiten[1]).

---

1) Der einzige Fall, wo das Vorkommen von Randbläschen und Pigmentflecken eine Ausnahme von der aufgestellten Regel zu bilden scheint, wird, wie oben angedeutet, von Forbes bei *Oceania turrita* angeführt. „An dem Bulbus eines jeden Tentakels befindet sich ein kleiner scharlachrother Ocellus, bestehend aus einer wohl umschriebenen Gruppe von Pigmentzellen, und darunter in der Substanz des Bulbus ist ein Hohlraum, der eine vibrirende Masse krystallinischer (kalkiger?) Partikelchen, mit braunen Pigmentzellen untermischt, einschliesst. Es ist dies ohne Zweifel der Otolith-Körper.“ Hiegegen möchten nun dennoch einige Zweifel zu erheben sein, wie denn die Vermischung der angeblichen krystallinischen Partikelchen mit Pigmentzellen, die durch einander wirbeln sollen, eine für einen Randkörper sehr unwahrscheinliche Beschaffenheit ist. Ich erkenne hierin nur eine Ausstülpung des Randkanals in die Tentakelbasis, ein Vorkommen, das sich bei vielen Oceaniden findet, in welcher Erweiterung dann häufig die sehr verschieden zusammengesetzten festen Contenta des Kanalsystems sich ansammeln, und zu rundlichen Ballen geformt von der Cilienauskleidung herumgetrieben werden.

Nach allen bis jetzt bekannten Thatsachen finden sich die Pigmentflecke fast nur an den vorhin besagten Stellen, und dem Sitze der Randbläschen analoge Fälle scheinen nur selten vorzukommen, wie bei der von Agassiz beschriebenen *Tiaropsis diademata*. Mehrentheils sind es dichte Häufchen gelb, roth, braunroth oder schwarz gefärbter Pigmentzellen, die auf eine mehr oder weniger starke Hervorragung an der Tentakelbasis gelagert sind, ohne dass sich in deren Umgebung bemerkenswerthe Verhältnisse erkennen liessen. Die Zahl der Ocelli richtet sich nach der Anzahl der Tentakel, nur bei *Tiaropsis* kommen ausser diesen noch vier gesonderte Organe vor, die auf kurzen am Schirmrande sitzenden Hervorragungen angebracht sind, und von Agassiz wegen eigenthümlicher perlenähnlicher Zellen, die halbmondförmig in der Nähe der Pigmentflecke aufgereiht sind, als ein besonders complicirter Apparat, etwa einem Insektenauge vergleichbar, angesprochen werden.

Andere kleinere Ocelli findet man bei den Oceaniden mit büschelförmig gruppirten Tentakeln, *Lizzia*, *Bougainvillea* (*Hippocrene*), bei welchen sie von Agassiz und auch von mir gesehen wurden. Von Forbes, der zahlreich hieher gehörige Formen beobachtete, sind keine Angaben hierüber gemacht. Es sitzen diese kleinen Flecke stets an der Unterseite der Tentakeln, und zwar so angeordnet, dass sie einen gegen die Basis des Büschels zu offenen Halbkreis formiren.

Eine höhere Organisationsstufe nehmen die Ocelli jener kleinen von Dujardin entdeckten Medusen ein, indem hier zu dem Pigmente noch ein lichtbrechender Körper tritt, dessen Anwesenheit ich wenigstens für *Cladonema* bestätigen kann. Er wird hier so von den Pigmentzellen umfasst, dass nur ein kleiner Theil seiner Oberfläche nach aussen sieht. Von seiner nähern Beschaffenheit konnte ich nur hinsichtlich seiner Consistenz, die sich als sehr weich ergab, einigen Aufschluss erlangen. Das Auftreten lichtbrechender Körper in den Pigmenthaufen scheint für die Deutung der letzteren, selbst in jenen häufigeren Fällen, wo erstere in ihnen vermisst werden, von hoher Wichtigkeit, besonders wenn wir

jene Formen dagegen halten, welche von höheren Medusen beschrieben werden sollen, und zu welchen Bildungen wir in den augenähnlichen Körpern von *Eleutheria* das sprechendste Vermittelungsglied haben. Bei diesem von Quatrefages als Polypen beschriebenen Wesen, dessen nahe Verwandtschaft mit *Cladonema* demungeachtet unverkennbar ist, hat der lichtbrechende Körper eine beträchtliche Grösse und ragt mit sphärischer Fläche aus der Pigmentumgebung hervor.

B. Randkörper der höheren Medusen.

Wenn wir bei den niederen Quallenformen das sich gegenseitig ausschliessende Vorkommen beider Arten von Randkörpern präcis durchgeführt sehen, so zwar, dass dadurch zwei leicht abgrenzbare Familien-Gruppen formirt werden, so zeigen die höheren Medusen (*Steganophthalmata*, Forbes) einmal in der allen gleichmässig zukommenden ausgebildeteren Form der einen Randkörperart, sowie in dem bei Einigen noch stattfindenden Hinzutritte der anderen Art, so dass hier beide an einem Randorgane vereinigt sind, eine um vieles vorwärts gerückte Organisationsstufe.

Am einfachsten, und nur dem Scheine nach complicirt finden wir die Randkörper bei *Pelagia* und *Cassiopeia* [1]). Hier stellen sie eiförmige, am freien Ende etwas zugespitzte, am entgegengesetzten verbreiterte, und durch einen kurzen Stiel in einem Ausschnitte zwischen den Randlappen des Schirmes befestigte Bläschen vor, welche dem unbewaffneten Auge ein gelbliches Aussehen darbieten. Genaue Untersuchungen liegen mir von *Pelagia noctiluca* vor. Nahe über dem Einschnitte, in welchen der Randkörper eingefügt ist, verläuft ein mit der benachbarten Ausstülpung des Magens communizirender Kanal (Fig. 8. d), der sich hier etwas erweitert und mit besonderen, von dem umgebenden Gewebe deutlich ab-

---

1) In einer von mir in den Comptes rendus, Tome XXXVII., Séance du 26. Sept. 1853 gegebenen kurzen Mittheilung möchte es scheinen, als ob ich auch bei *Pelagia* beiderlei Formen der Randkörper beobachtet hätte, was ich hier nach meiner obigen Darstellung berichtigt wissen will.

gesetzten Wandungen versehen in den Stiel des Randkörpers eintritt, in welchem er gerade nach abwärts bis über das erste Dritttheil des letzteren hinaus verläuft, um alsdann fast rechtwinklig zur Längsachse des Randkörpers sich einzubiegen. In Fig. 8 sieht man bei e das Lumen dieser Einbiegungsstelle als scharf begrenzten ovalen Ring, und bei mehr seitlichen Ansichten wird hinreichend genau Controlle geübt, dass hier nicht etwa Täuschungen im Spiele gewesen.

Im Randkörper selbst befindet sich eine, ziemlich genau seine äussere Contour nachahmende, also ovale Höhlung (Fig. 8 f), die gleichfalls von einer deutlich abgegrenzten Gewebsschicht umgeben wird. In dieses Cavum mündet der umgebogene Stielkanal, ja es scheint dasselbe nur eine plötzliche Erweiterung des letzteren vorzurstellen. Somit communizirt das Gastrovascularsytsem bei den höheren Medusen mit dem Cavum des Randkörpers, was von Kölliker am schon erwähnten Orte in Abrede gestellt ward. Wie die gesammte Innenfläche der vom Magen ausgehenden Fortsätze, so ist auch der Kanal im Randkörperstiele, und seine ampullenförmige Erweiterung (f) im Randkörper selbst, mit einem dichten, aber zugleich sehr zarten Flimmerüberzuge überdeckt, durch den eine beständige Strömung der in diesen Höhlungen enthaltenen Flüssigkeit erzeugt wird. Wer je an der eben geschilderten Verbindungsweise zweifeln sollte, der versuche es nur an vollständigen Thieren zu beobachten, und er wird bald durch den Weg der in der Ernährungsflüssigkeit enthaltenen Zellgebilde und Molecüle über die Richtigkeit dieser Communication belehrt sein. Am leichtesten wohl ist dies durch die Untersuchung einer noch im Ephyrastadium befindlichen *Pelagia* zu erreichen, wo die Ampulle (Fig. 7. c) des Randkörpers nur als eine einfache Verlängerung oder Ausstülpung einer Magentasche (b) erscheint.

Von Kölliker, wie auch von Anderen, wird noch einer im Randkörper befindlichen, der oberen Fläche der Scheibe entsprechenden Oeffnung gedacht, durch welche die Ampulle des Randkörpers nach aussen hin communizirte, so dass also hier das Gastrovascularsystem eben so viele Poren besässe

als Randkörper an der Medusenscheibe sich finden. Ich habe nichts auf eine solche Einrichtung Beziehbares beobachtet, sah niemals ein Abfliessen der besonders längs der Wände sich lebhaft bewegenden Flüssigkeit, und muss deshalb die Existenz solcher Oeffnungen in Zweifel ziehen, sowie ich gleicherzeit für nicht unwahrscheinlich halte, dass der im Stiele der Randkörper befindliche Kanal, vielleicht auf einem Durchschnittsbilde, für eine solche Oeffnung genommen ward. (Vergl. Fig. 8. e.)

Am freien Ende der Randkörper, und fast seine ganze Spitze bildend, liegt ein ovales, 0,14''' langes, 0,09''' breites Säckchen (Fig. 8. g), welches dicht mit säulenförmigen Krystallen angefüllt ist, nnd wohl den physiologisch wichtigsten Theil des ganzen Organes repräsentirt. Die Membran dieses Säckchens ist zwar dünn, besitzt aber dennoch eine gewisse Resistenz, nnd wird seitlich nnd an dem von der Ampulle abgewendeten Ende von den hier sich etwas verdünnenden Wandungen des Randkörpers selbst nmfasst, während ihr gegen die Ampulla gerichteter Theil von der Flimmerauskleidung der letzteren noch überzogen wird. Zuweilen ragt diese Parthie sogar noch mit gewölbter Fläche ins Cavum der Ampulle vor. Eine Communication des Krystallsackes mit der letzteren existirt nicht. Anch Bewegungen der Krystalle wurden niemals von mir gesehen, sowie ich auch das Vorhandensein von Cilien für die Innenfläche des Krystallsackes verneinen muss. Die Krystalle selbst (Fig. 9) stellen sechsseitige, an beiden Enden schräg abgestumpfte Säulchen vor, deren Länge nnd Anzahl eine sehr variable scheint. Die längsten messen ca. 0,02'''. In Essigsänre erschienen sie unlöslich. Sie erfüllen meist vollständig die Höhlung ihres Sakkes, nnordentlich durch einander liegend, und lassen nirgends einen beträchtlichen Zwischenranm. —

Bei einer anderen, den Ephyrazustand der Pelagien repräsentirenden, aber völlig ausgebildeten Meduse, die ich einmal als *Ephyropsis* [1]) erwähnt habe, und die wohl zu der

1) Comptes rendus, t. XXXVII.

von Kölliker[1]) aufgestellten Gattung *Nausithoe* zu rechnen sein wird, fand ich die zwischen den tief eingeschnittenen Randlappen, alternirend mit den Tentakeln, stehenden Randkörper von etwa 0,09''' Grösse auf folgende Weise zusammengesetzt:

Aus dem von zwei Randlappen (Fig. 10. aa) gebildeten Winkel ragt ein gelblich gefärbter, nach der Unterseite der Meduse hügelförmig vorstehender Wulst (b) vor, dessen Zusammensetzung aus Zellen, besonders an seinem Rande, wo sie konisch gegen die Mitte hin einstrahlen, nicht zu verkennen ist. Auf der Höhe des Wulstes sitzt ein dunkler Pigmentfleck (c), der fast kreisrund erscheint. Er misst 0,015'''. Der ganze Wulst wird von einem zungenförmigen, mit breiter Basis ansitzenden Gebilde überragt, dessen Inneres einen mit Wimpern ausgekleideten Hohlraum (d) vorstellt, und, was die Analogie mit der Ampulle des Pelagienrandkörpers noch erhöht, eine in rascher Strömung begriffene Flüssigkeitsmenge einschliesst, von der die darin befindlichen Formelemente einen beständigen Wechsel, ein stetes Aus- und Einströmen erkennen lassen. Obgleich der vorbeschriebene gelbliche Wulst sich queer über die Basis der Ampulle lagert, so findet man die Verbindung der letzteren mit den sackartigen Fortsätzen des Magens, von denen je einer mit spitzem Ende in einen der Randlappen des Schirmes sich erstreckt, doch leicht heraus, indem die Kleinheit dieser zierlichen Qualle die mikroskopische Beobachtung im Ganzen erleichtert. Wie der ganze Randkörper in die Tiefe des Einschnittes zwischen zwei Lappen des Schirmes sich einfügt, so sitzt auch die wimpernde Ampulle zwischen je zwei Magentaschen, und kann ebenfalls als eine Ausstülpung derselben betrachtet werden. Der Hohlraum der Ampulla wird durch ein kleines, dem Anscheine nach an den gelblichen Wulst befestigtes Säckchen verringert, welches mit gleichem Abstande von der Ampullenwand von oben her in die Höhle hineinragt, und ein queerovales, mit Krystallen gefülltes Bläschen (Fig. 10. e) um-

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. IV. p. 323.

schliesst, in welchem wir das Analogon des Krystallsackes der Pelagien erkennen. Die Krystalle (f) finden sich meist zu zweien, doch fand ich auch zuweilen 4 oder 5. Sie messen etwa 0,08—0,09''' und besitzen bei der Unregelmässigkeit ihrer zahlreichen Flächen eine schwer zu beschreibende Form.

Das bisher Angegebene lässt sich an nnversehrten Thieren beobachten; präparirte man aber einen der Randkörper von der Scheibe los, und traf es sich zufällig, dass er sich auf seine Basis stellte, so fand man die von der Oberfläche betrachtet als rundlicher Fleck erscheinende Pigmentmasse von umgekehrt konischer Form (Fig. 11. b) und weit in die gelbliche Zellenmasse des Wulstes hineinragend. Inmitten der nach oben und aussen gewendeten Kegelbasis sah man dann einen lichtbrechenden Körper (c), der mit gewölbter Fläche hervorragte nnd von einem schwarzen Pigmentrande umsäumt war. Ein besonderer Ueberzug war nicht zu entdecken, sondern lichtbrechender Körper wie Pigment waren in unmittelbarer Berührung mit dem umgebenden Medium. Leider vermochte ich den ersteren nicht zu isoliren, so dass seine im Pigmentconus verborgene Fläche nicht zu bestimmen war. Anf angewandte Compression mittelst des Deckgläschens ergab er sich als eine weiche, aber formlos zerfliessende Substanz. Die Zellen in der nächsten Umgebung des Pigmentconus waren grösser als die weiter entfernten, und sie waren es vorzüglich, welche die gelbliche Färbung des ganzen Wnlstes bedingten.

Indem ich mich vorläufig der übrigens nicht schwer zu findenden Deutnng all dieser Theile enthalte, lasse ich noch die Beschreibnng der Randkörper einer anderen Meduse folgen, deren Untersuchung mir das höchste Interesse bot. *Carybdea marsupialis* trägt ihre 4 Randkörper auf schlanken Stielen und birgt sie in 4 noch weit oberhalb der Randausschnitte des glockenförmigen Körpers eingegrabenen Nischen, die zu zwei Drittheilen ihrer Höhe von einem dünnen, am freien Rande zierlich ausgeschweiften Blättchen überdeckt werden. In Fig. 12 ist dieses Verhalten bei geringer Vergrösserung veranschaulicht. a stellt den Randkörper mit seinem Stiele b, c die

Nische vor; d ist die deckende Lamelle, die nichts Anderes ist, als eine Fortsetzung der glashellen Substanz der Glocke.

Der Randkörper selbst (Fig. 13) ist von unregelmässig viereckiger, oder ovaler Gestalt mit schräg gestellter Längsachse und an das dünne Ende eines beweglichen, contractilen Stieles (a) befestigt. Dieser inserirt sich mit seiner dicker gewordenen Basis genau in die Mitte des oberen queerlinearen Nischenrandes, und bildet dort, indem er mit dem Deckblättchen und der Substanz der Glocke verschmilzt, eine doppelwulstig nach aussen vorragende Anschwellung. In seiner Längsachse besitzt der Stiel einen Kanal, der mit trichterförmiger Erweiterung beginnend, mit beträchtlich verengtem Lumen in die Substanz des Randkörpers hineintritt (Fig. 13. b), sich etwas weniges erweitert, um dann nach kurzer Einschnürung sich in eine unregelmässig viereckig gestaltete Ampulle (c) fortzusetzen und damit zu enden. Diese Ampulla, deren Gestalt am besten aus der gegebenen Abbildung Fig. 13 zu ersehen ist, nimmt einen beträchtlichen Theil des Inneren vom Randkörper ein und wird theils von einem kleinzelligen gelblichen Gewebe, das gewissermassen die Grundsubstanz des Randkörpers bildet, theils von sogleich zu beschreibenden Gebilden begrenzt. An dem Ursprunge des Stiels von der Glocke lässt sich der Kanal in Fortsätze des Magens verfolgen, so dass auch hier der Zusammenhang der Randkörperampulle mit dem Gastrovascularsystem nachzuweisen ist. Die ganze Innenfläche des Kanals sowohl, wie der Ampulle, ist mit Cilien ausgekleidet und der Inhalt besteht aus einem hellen Fluidum, welches zahlreiche Zellen einschliesst, nebst feinen Molecülen und vielen kleinen Körperchen verschiedener Art und Form. Alle diese wirbeln vielfach durch einander und finden sich in grösserer Anzahl an der etwas verbreiterten und ausgebuchteten Parthie der Ampulle, welche schräg gegenüber dem Eintritte des Kanales liegt. Die Strömung der Flüssigkeit geht in bestimmter Richtung vor sich, so dass immer an einer Wand das Absteigen und an der gegenüber stehenden das Aufsteigen der Formelemente

gesehen wird, wie solches auch die Richtung der Pfeile in Fig. 13 versinnlicht.

An der vorhin erwähnten grösseren Fläche der Ampulle, und in dem meist nach abwärts gerichteten Theile des Randkörpers und am weitesten von der Eintrittsstelle des Kanals entfernt, liegt ein etwas abgeplatteter, von der Seite gesehen nierenförmiger Sack (d) von 0,14''' im Durchmesser. Er lagert so dicht an der Ampullenwand, dass er sie an mehren Stellen etwas eindrängt. Das Contentum dieses Sackes besteht dicht aus Krystallen, die rhombische oder trigonale Begrenzungsflächen darbieten und von bedeutender Härte sind. Ich fand sie gleichfalls in Säuren (Chrom- und Essigsäure) unlöslich. Die Membran des Sackes ist sehr dünn, scheinbar structurlos und elastisch.

Gerade der Insertionsstelle des Stieles gegenüber und in der verlängerten Achse des Kanales erblickt man ferner eine unregelmässig geformte, zuweilen rundliche Masse schwarzen Pigments (e), die an Umfang etwa dem des Krystallsackes gleichkommt, in Fällen ihn auch übertrifft. Aus dieser ragt mit fast halbkuglicher Fläche ein heller lichtbrechender Körper (f) von 0,1''' Durchmesser, und gibt sich als vollkommene Kugel zu erkennen, sobald man ihn aus der Pigmentmasse herausgeschält hat. Er wird, soweit er im Randkörper steckt, ausschliesslich von der Pigmentmasse umfasst, ohne dass noch eine andere Substanz sich dazwischen lagert. Ebenso wenig ist an seiner unteren Parthie ein besonderer Ueberzug sichtbar. Die Pigmentmasse selbst, welche hie und da um die lichtbrechende Kugel mit kleinen Vorragungen sich herumwölbt, wird ringsum von der gelblichen Grundsubstanz des Randkörpers umlagert, und wird sogar an der vorderen Fläche bis zum Rande der Kugel davon überdeckt; nur mit ihrer hinteren Fläche berührt sie einen Theil der Wand der flimmernden Ampulle. Seitlich von diesem ungewöhnlichen Organe bemerkt man noch ein solches kleineres, welches fast im rechten Winkel zur Achse des vorigen nach oben gerichtet ist; dicht dabei, zuweilen zwischen diesen bei-

den Organen sieht man noch ein drittes, ebenso gebaut aber von viel geringerer Grösse und häufig (wie in Fig. 13) mit einem langen Pigmentstreifen in die Grundsubstanz ragend. Ausserdem kommen in den einzelnen Randkörpern noch mehre des lichtbrechenden Körpers entbehrende Pigmentflecken vor, deren Gestalt und Lagerung durchaus unbeständig ist. Diese Unbeständigkeit erstreckt sich zuweilen auch auf die grösseren Organe, und ich fand von den 8 Randkörpern der zwei untersuchten Exemplare von *Carybdea marsupialis* kein völlig gleich zusammengesetztes Paar. —

Man ersieht aus dem Vorstehenden erstlich, dass sich die einer Schwimmhaut (Velum) entbehrenden höheren Medusen (Rhizostomiden und Medusiden) durch mehrfache wichtige Momente der Randkörperstructur von ihren niederen Verwandten auffallend unterscheiden, sowie man auch zweitens erkennt, dass selbst innerhalb dieser Abtheilungen wiederum gewisse Schwankungen der Randkörperzusammensetzung, in der ein deutlicher Fortschritt von einer niederen zu einer höheren Organisationsstufe sich offenbart, wahrgenommen werden müssen.

Versuchen wir diese Bildungsreihe bei den höheren Medusen, wo sie am ausgesprochensten ist, zu verfolgen, so ergibt sich als Urtypus ein längliches oder ovales Bläschen (die Ampulle) zwischen den Randlappen sitzend, welches mit dem Gastrovascularsystem in offener Verbindung steht, ebenso wie dieses mit Cilien ausgekleidet ist, und auch Strömungen der Ernährungsflüssigkeit aufweist, wie sie in den Kanälen oder taschenförmigen Magensäcken des Schirmes cirkulirt. Am Ende der Ampulle, die somit als eine blosse Ausstülpung des Gastrovascularsystemes aufzufassen ist, aber in keiner directen Communication mit ihr, sitzt ein geschlossenes, stets mit Krystallen gefülltes Säckchen, dessen Wände niemals das Phänomen der Flimmerung aufweisen. So bei *Pelagia, Rhizostoma* und *Cassiopeia.* Auch bei *Cyanea Lamarkii* und *helgolandica*, sowie bei *Chrysaora isocela* scheint nach Ehrenberg's Untersuchungen dasselbe Verhalten vorzukommen. — Mit neuen Organtheilen vermehrt, und deshalb in

höherer Ansbildung zeigen sich die Randkörper von *Aurelia aurita*, wo nach Ehrenberg's Darstellung ein rother, am Rande etwas diffuser Pigmentfleck, auf einer als Nervenknoten gedeuteten Masse, die dicht oberhalb des Krystallsäckchens sich findet, anfgelagert ist. Bei der kleinen *Nausithoë albida (mihi)* tritt in dem Pigmenthaufen ein deutlicher lichtbrechender Körper auf, der von besonderer Grösse und offenbarer Kugelform im Randörper der *Carybdea marsupialis* erscheint, ja es wiederholt sich bei dieser Meduse das Vorkommen eines solchen augenähnlichen Organes innerhalb verschiedener Grössengrade in einem und demselben Randkörper, dem noch dazu durch seine Beweglichkeit eine besonders hohe Bedeutung inne zu wohnen, sowie er jedenfalls die für die Strahlthiere höchste Potenz eines empfindenden Organes erreicht zu haben scheint. —

Dass das Erscheinen von Pigmentflecken mit dem Auftreten eines Sehorganes in einer innigen Beziehung stehe, das lehren vielfältige Thatsachen in dem Bereiche der Wirbellosen, und die Entwickelungsgeschichte zeigt uns die Bildnng von Pigment in einem nnd demselben Geschöpfe, sehr häufig der Entstehung des znsammengesetzteren Sehorganes vorangehend, gleichsam nur die Stätte bezeichnend, wo wir letzteres in entwickelterer Stufe zu suchen haben, sowie wir ebenso wieder in den niederen Formen irgend eines thierischen Typus nur Pigmentflecke sehen, während die auf höherer Stufe stehenden ein deutlich ausgeprägtes Auge an der Stelle des Pigmentfleckes aufweisen. So sicher nnn der Weg der Dentung zu sein scheint, den uns die Morphologie führt, so nnsicher muss uns dieser Boden erscheinen bei der Frage nach dem fnnctionellen Werthe beregter Organe. Ob es möglich sei, dass ein einfacher Farbfleck, des lichtbrechenden Körpers, und was noch viel mehr ist, des als Nervensystem aus dem Körperparenchym differenzirten, empfindenden Snbstrates entbehrend, Licht, oder selbst nur Farbestrahlen sinnlich zu empfangen befähigt sei, ist eine Sache schwierigen Entscheidens, und Fragen der Art können nicht so leicht hin abgefertigt werden, da uns die Physiologie der niederen

Thiere noch so ziemlich eine terra incognita ist, und bei den Verrichtungen der einzelnen Organe oft die verschiedensten Factoren concurriren. Es dürfte sich hier vor Allem darum handeln, wie die Sensibilität solch' niederer Organismen sowohl qualitativ als quantitativ beschaffen sei, und es sind besonders noch gewisse anatomische Facta genauer festzustellen, ehe wir annehmen dürfen, dass Pigmentflecke, wie solche an der Tentakelbasis der Oceaniden als Sehorgane, wenn auch nur als minder potenzirte, functioniren. Etwas heller wird aber das über die Bedeutung dieser Organe schwebende Dunkel, wenn lichtbrechende Körper in die Pigmentmasse sich einlagern, oder wenn sogar besondere Gewebselemente, die als Nervenapparate gedeutet werden können, unter dem Pigmente sich finden. Ich halte es jedoch für noch nicht ausgemacht, ob die gelblichen Zellenmassen, die sich im Randkörper von *Nausithoë* und *Carybdea* finden, als Theile eines Nervensystemes anzusehen sind, und es ist bis jetzt nur die Wahrscheinlichkeit, welche sie als solche betrachten lässt; desgleichen gilt wohl auch für die schenkelförmigen Körper, die nach Ehrenberg bei *Aurelia aurita* im Randkörper zu finden sind, und die für Augennerven erklärt werden. Es bleibt aber noch übrig, diese einzelnen, mit Ganglien Aehnlichkeit besitzenden Gewebstheile auch in einem anatomischen Zusammenhange darzustellen, wenn aus ihnen ein System soll gebildet werden; mir ist es nicht geglückt, und der Randkörperstiel von *Carybdea*, der wohl am geeignetsten zu solcher Untersuchung wäre, zeigte nichts, was als Verbindungsstrang der Ganglien unter einander aufgefasst werden könnte. Für die Oceaniden und Thaumantiaden hat Agassiz ein parallel und mit dem Ringkanale des Mantels verlaufendes Fasersystem, welches sich mit den unter den Pigmentflecken liegenden Anschwellungen in Verbindung setze, beschrieben und als Nervensystem gedeutet, wodurch dann freilich die Pigmentflecke, namentlich jene, die mit einem lichtbrechenden Körper versehen sind, wie z. B. *Cladonema*, in ihrem Werthe um beträchtliches steigen. Doch wenn uns auch hier noch beträchtliche Lücken bleiben, so sind wir der

Erkenntniss des Sehorganes um einen grossen Schritt in den Randkörpern von *Nausithoë* und *Carybdea* näher gerückt, wo wir im Zusammenhalte des Gesammtbaues und im Vergleiche mit der ganzen Formenreihe, welche das Sehorgan in der niederen Thierwelt darstellt, wenigstens auf morphologischem Wege uns für die Deutung als Auge entscheiden müssen. Eine Wahrnehmung von Bildern ist bei der eigenthümlichen Einrichtung freilich unmöglich, aber an eine Aufnahme von Lichtstrahlen und ein Unterscheiden von hell und dunkel kann immer gedacht werden, und wenn es auch nur die lichtabsorbirende Eigenschaft des Pigmentes wäre, welche hier im Spiele ist. —

Man ist gewohnt die bläschenförmigen und mit Concretionen versehenen Randkörper als Hörorgane anzusprechen, gestützt auf die auch hier wieder vorliegende Analogie der Form, die fast durch die ganze Thierreihe, wenn auch bei den obersten Typen nur in gewissen Entwickelungsstadien, sich hindurchzieht. Unter den niederen Medusen, mit Ausschluss der Oceaniden und Thaumantiaden, stellen sie ein aus Zellen gebautes, mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen vor, in welchem Concretionen sichtbar sind, die aber noch von einer besonderen, enger anliegenden Membran umhüllt werden und damit zugleich der Bläschenwand angeheftet sind. Niemals fanden sich hier Krystalle; sie werden niemals durch Flimmerhaare in Bewegung gebracht, und auch in dem allseitig abgeschlossenen Bläschenraume ist keine Flimmererscheinung beobachtet. Auch bei den höheren Medusen liegen die unorganischen aber hier krystallisirten Gebilde in einem sie enge umschliessenden Säckchen, welches hier nahe an eine vom Gastrovascularsystem gebildete ampullenförmige Ausstülpung gelagert ist. Sie liegen dicht bei einander und ihre Zahl variirt. Bewimperung des Säckchens ist gleichfalls hier nicht vorhanden, so dass, abgesehen von den Formenverhältnissen der Einschlüsse, eine grosse Uebereinstimmung zwischen den Randbläschen der niederen und den Säckchen der höheren Medusen sich offenbart. Die Art und Weise, wie sich die anorganischen Bildungen zu dem sie umschliessen-

den Säckchen verhalten, steht in einem Gegensatze zu jenen bei den übrigen Wirbellosen, denen solche als Gehörbläschen gedentete Organe zugetheilt sind; Ctenophoren, Würmer, Mollusken und Crustaceen weisen Otolithen auf, die stets frei beweglich sind, und die (Tunicaten und Krebse ausgenommen) diese Freiheit sogar durch zitternde, durch Cilien verursachte Bewegungen kundgeben. Ausserdem sind es die beträchtlichen Schwankungen in der Menge der anorganischen Einschlüsse, auf welche vorzüglich Ehrenberg bei *Aurelia aurita* aufmerksam gemacht hat. Diese Umstände dürften wohl im Stande sein, für die Deutung dieser Organe als Gehörorgane einige Bedenken zu erregen, und eine Annahme, die darauf zielte, in den Bläschen nur excretorische Apparate zu finden, wäre nicht geradezu verwerflich, wenn wir auch, wie jetzt die Thatsachen liegen, durch das Vorkommen der Bläschen theils mit augenähnlichen Organen, theils gleichsam vicariirend mit denselben zu ihrer Deutung als Sinnesorgane hingeführt werden. Auch der Umstand ist zu beachten, dass sie ausschliesslich bei der freien und deshalb höher organisirten Medusenform sich finden, und dass sie bei allen, gewöhnlich als Geschlechtskapseln der Hydroiden bezeichneten unvollkommen entwickelten Individuen jener Ammenkolonien durchgängig nicht vorhanden sind. Würden jene anorganischen Bildungen blosse, an gewisse vegetative Verrichtungen gekettete Ausscheidungen vorstellen, so würden sie wohl auch an den stets mit den Ammenstöcken verbunden bleibenden Individuen zu finden sein.

Jena, 21. Dezember 1855.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Randbläschen von *Aegineta*. (n. Gen.)

Fig. 2. Randkörper einer anderen Art derselben Gattung.
a. Der glockenförmige Träger.
b. Bläschen mit der Concretion.

Fig. 3—6. Randkörper von *Geryonia.*

a. Der Stiel des Randkörpers.

b. Die Membran des Bläschens, bei 4 mit kernartigen Gebilden versehen, bei 6 zeigt sich auf Behandlung mit Essigsäure eine Auskleidung von polygonalen Zellen.

c. Stiel für die Umhüllung der Concretion.

d. Hülle der Concretion.

e. Kern. (?)

f. Concretion.

f'. Organischer Rückstand nach Auflösung der Concretion durch Säure.

Fig. 7. Randkörper einer jungen *Pelagia* (*Ephyra*).

a, a. Zwei Randlappen.

b. Fortsatz des Magens.

c. Ampulle.

d. Krystallsäckchen.

Fig. 8. Randkörper von *Pelagia noctiluca.*

a. Stiel.

b, b. Ränder des zwischen zwei Schirmlappen befindlichen Einschnittes.

c. Randkörper.

d. Kanal des Stieles.

e. Lumen des Kanales bei seiner Umbiegung.

f. Ampulle.

g. Krystallsack.

Fig. 9. Krystalle aus dem Randkörper von *Pelagia noctiluca.*

Fig. 10. Randkörper von *Nausithoë albida.* (n. Sp.)

a, a. Lappen des Schirmrandes.

b. Gelblicher Wulst.

c. Pigmentfleck.

d. Ampulle.

e. Krystallsäckchen.

f. Krystalle.

Fig. 11. Der gelbliche Wulst des Randkörpers von derselben Meduse, vom Profil gesehen.

a. Zellenmasse.

b. Pigmentconus.

c. Lichtbrechender Körper.

Fig. 12. Randkörper nebst Umgebung, von *Carybdea marsupialis,* schwach vergrössert.

a. Randkörper.

b. Stiel derselben.
c, c. Nischenförmige Vertiefung in der Glockensubstanz.
d. Deckblättchen.

Fig. 13. Randkörper von derselben Meduse, stärker vergrössert
a. Stiel.
b. Kanal in demselben.
c. Ampulle.
d. Krystallsack.
e. Pigment.
f. Lichtbrechender Körper.

Uebersetzung der Arbeit de Filippis: „Sull' origine delle Perle, del dottore F. de Filippi, professore di Zoologia nella Regia Università di Torino. — Estratto dal Cimento, Fascicolo IV., Torino 1852",

nebst

auf eigene Untersuchungen gegründeten Anmerkungen.

Von

Dr. Friedrich Küchenmeister,
prakt. Arzte in Zittau[1]).

Jenes Morgenland, welches nach der gewöhnlichen Vorstellung als das Emporium der Geschenke der Natur, wie des Goldes, der Gemmen, der Arome und des grössten Reichthums, der Sonne, geschildert wird, gab dem Luxus die Perlen und gibt ihm jetzt noch die schönsten. Nach den phantastischen Ueberlieferungen der Gesänge der orientalischen Völker werden sie hervorgebracht durch einen Thautropfen, wel-

1) Ich habe den de Filippischen Artikel übersetzt, theils deshalb, weil er in Deutschland im Allgemeinen noch ziemlich unbekannt ist, theils weil, was ich in den mehr publizistisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten deutscher Schriftsteller, z. B. in der Natur oder in Schriften von C. Vogt, welche sämmtlichen Arbeiten mir erst zu Gesicht kamen, als meine Arbeiten fast geschlossen waren, hierüber fand, mit apodictischer Gewissheit über die Entstehung der Perlen spricht, während de Filippi im Originale nur von Wahrscheinlichkeit spricht. Wenn diese Gründe demnach wohl schon allein genügten, so tritt für mich noch der persönliche Grund hinzu, nachzuweisen, dass und wo ich von de Filippi abweiche. Im Allgemeinen bedauere ich es nicht, die Arbeit de Filippis beim Beginn meiner Untersuchungen gar nicht gekannt zu haben. Ich glaube gerade dieser Umstand hat mich vor der Einseitigkeit der Auffassung behütet, die der hauptsächlichste Mangel de Filippis ist. K.

chen die Sonne im Busen einer Meerconchylie befruchtet: eine Meinung, welche bei Plinius und Dioscorides auftritt, aber keine Gnade bei den Neueren gefunden hat, indem diese nicht nur viele Behauptungen der alten Schriftsteller und unter diesen die prahlerische Narrheit der Cleopatra [1]) unter die Fabeln verweisen, sondern auch, indem sie einige Worte, welche sich vor Alters auf die Perlen bezogen, in himmelweit verschiedener Bedeutung anwenden. So will man heute mit dem Worte: Oriente, wenn man es auf die Perle anwendet, freilich nicht mehr ihr exclusives Vaterland, sondern vielmehr einen besonderen Glanz anzeigen, in welchem ihr ganzer Werth besteht. Der Name: Uniones, welchen die römischen Landleute den Zwiebeln beilegten, wurde zur Zeit des Jugurthinischen Krieges so geachtet, dass man sich seiner bediente, um damit die grössten und schönsten Perlen zu bezeichnen, von denen garade vor jener Epoche in Rom keine ähnlichen gesehen worden waren. Jetzt bezeichnet man mit ebendemselben Namen dagegen ein Genus der gemeinsten, obwohl manchmal Perlen tragenden Conchylien, in den Teichen und Flüssen der ganzen nördlichen Hemisphäre. Die Perlenhalsbänder, deren Rasseln so sehr den raffinirten Luxus der römischen Damen ergötzte, wurden Crotali genannt, jetzt machen ein gleicher Name und Geräusch dagegen vor Schrecken den Wanderer, der die amerikanischen Länder durchreiset, schaudern.

Die Wissenschaft hat nun trotz seines poetischen Blendwerkes den alten Irrthum zerstört, aber ihn nicht corrigirt; vielmehr ist sie bei ihren vielfachen Versuchen, die Bildungsursache der Perlen zu suchen, selbst zu einem, ebenso von der Wahrheit entfernten, weniger schönen und daher weniger verzeihlichen Irrthum, als der alte war, gelangt, indem sie den Ursprung der Perlen einer Krankheit des Thieres,

1) Der stärkste Essig greift die Perlen nur sehr langsam an und löst sie noch nicht ganz auf. Der organische Theil bleibt zurück unter der Form eines schwammigen Rückstandes, dessen Volum grösser ist, als das der zum Experiment verwendeten Perle. (de Filippi.)

in welchem sie erzengt würden, d. i. einer Verderbniss seiner Säfte, oder dem Austreten kalkiger Materie zuschrieb, welche eine Art von Natta bildet[1]).

Die Natur schien den Anfang des Fadens, der zur Lösung des Problemes geführt haben würde, selbst darzureichen. Und gewiss, wenn mit dem Namen Perlen alle möglichen Excrescenzen der innern Lamelle der Schale, der sogenannten Perlmutter, bezeichnet werden sollten, so würde man nicht allein sehr gut sehen, wie jede dieser Excrescenzen gebildet würde, sondern man würde sie auch künstlich erzeugen können.

Es ist in der That beobachtet worden, dass, wenn irgend eine Moluske oder ein anderes bohrendes oder nagendes Thier eine der Schalen der gewöhnlichen Perlmuschel (*Meleagrina margaritifera*) durchbohrt, das Thier der letzteren die Beschädigung seiner Muschelschale durch Ablagerung einer Masse, welche auf ihr eine überhaupt einer Perle vergleichbare Erhöhung derselben Substanz, aus der die innere Lamelle gebildet wird, hervorbringt, mit der Zeit wiederherstellt.

Geleitet durch die Kenntniss dieser Thatsache glaubten Chemnitz und Olivi Grund genug zu haben, um den Prozess der Perlenbildung zu erklären, und hatte weiter Linné eine sehr einfache Methode, um die Perlen in den Unionen der Flüsse Schwedens künstlich zu erzeugen, vorgeschlagen: nämlich die Muschel anzubohren, damit das Thier in dem Laufe einiger Jahre die so beigebrachte Oeffnung repariren könne. Das schwedische Gouvernement hielt die Sache geheim und machte ein Monopol daraus. Aber nach kurzer Zeit musste es hierauf verzichten. Heute blieb von diesem Vorschlage nichts mehr übrig, als der wissenschaftliche Werth. Aber auch dieser ist sehr gekürzt durch die Prüfung der gewöhnlichen Umstände des Sitzes der Perlen.

Es gibt in der That 2 Arten von Perlen[2]). Die einen

1) Natta = Matte = Bastmatte = Flechtwerk bedeutet wahrscheinlich so viel als Emballage = Umhüllungsmaterial. K.

2) Im Allgemeinen kann man allerdings die Eintheilung de Fi

sind an der innern Fläche der Schale, von der sie gleichsam eine Vegetation zu sein scheinen, angewachsen, die anderen befinden sich ganz frei in der Dicke des Mantels selbst, der die Schalenmassen secernirt; und sind letztere gerade die schönsten und werthvollsten Perlen. Es ist nicht nöthig zu

---

lippis in angewachsene und nicht angewachsene Perlen gelten lassen. Aber es waltet hier bei de Filippi eine sehr grosse Unklarheit in Betreff der Perlen statt. Was de Filippi erzählt, gilt Alles nur vom Perlensande oder richtiger von den Rauhheiten an der innersten Schichte der Muschelschale. Diese kleinen Rauhheiten mögen wohl durch Einwanderung schmarotzender Wesen in und an die innersten Schichten der Muschelschale, welche alsdann mit immer neuen Schichten bedeckt werden, zu Stande kommen. Ein Theil von ihnen wird auch nach den äusseren Schalenschichten hin mehr selbstständig abgeschlossen sein, in welchem Falle alsdann diese Gebilde selbst ausgeschält werden dürften; ein anderer Theil aber ist jedenfalls nur ein Ausweichen der Schale vor dem eingedrungenen Körper. Die letzteren Rauhheiten verdienen nicht einmal den Namen des Perlensandes. Ich glaube, man könnte die erstere Art richtiger anstatt angewachsener, vielmehr eingewachsene Perlen nennen. Bei den eigentlichen Perlenmuscheln kommen grössere angewachsene Perlen nur an denselben Orten vor, wo ausserdem auch die echten Perlen sitzen. Bei unseren Elstermuscheln ist dieser Ort stets die hintere Schalenhälfte. Dabei wird man zugleich bemerken, dass der bei weitem grösste Theil dieser angewachsenen Perlen meist ganz nahe dem Rande der Schalen sitzt, während die Perlen im Mantel immer mehrere Linien vom Rande entfernt und näher jener Stelle zu sitzen pflegen, wo der Mantel in halbmondförmiger Linie an der Schale angewachsen ist. Leider ist bisher nicht darauf geachtet worden, ob in diesen Fällen der freie Mantelrand des Thieres bis an den Schalenrand reicht und nochmals mit ihm verwachsen ist, so dass beim lebenden Thiere die Perle nach innen zu fest mit einer Lage des Mantels überkleidet wäre und also dieselbe beim Leben des Thieres nie ganz frei vor den Augen des Beobachters daläge, sondern gleichsam im Mantel eingebettet erschiene, wie es der Fall bei den Perlen ist, die im Mantel selbst sitzen. Ich selbst habe noch nicht Gelegenheit gehabt, angewachsene Perlen beim Leben des Thieres zu sehen, doch hoffe ich dies später nachholen zu können. Ueber die Art des Zustandekommens des Anwachsens der Perlen vergleiche man die Note. Im Allgemeinen bedenke man, dass die angewachsenen Perlen einem secundären Prozesse entstammen und jedenfalls eine Zeit lang im Mantel allein getragen wurden, wie alle anderen echten Perlen. K.

bemerken, dass die aus reparatorischen Excrescenzen bestehenden Perlen jedenfalls nur zu der ersten Kategorie gehören können. Die Bildungen der zweiten Kategorie aber verlangen noch eine Erklärung.

Was die angewachsenen Perlen betrifft, so geschieht es fast nie, dass man, ihnen entsprechend, an dem gegenüberstehenden äusseren Theile der Schale eine Verletzung fände[1]);

1) So viel ich auch Perlen führende Elstermuscheln gesehen habe, alle diejenigen Exemplare, welche in ihrem Mantel oder an ihrer Schale angewachsene Perlen trugen, zeigten queer über derjenigen Seite der Aussenschale, unter der die Perle sich befindet, und der Gegend nach, stets dem Perlensitze entsprechend, eine lange, oft sehr tiefe Queerfurche, oder rinnenförmige Einziehung, die man sehr leicht entweder mit einem Bohrkanale einwandernder Thiere (z. B. aus der Abtheilung der Minirer) verwechseln könnte, oder die ein Aussehen darbot, als ob hier eine mechanische Einknickung der Muschelschale stattgefunden habe. Vielleicht haben eben diese Furchen die Ansicht derer scheinbar unterstützt, welche bei der Entstehung der Perlen an eine Verletzung der Schale und eine reparatorische Thätigkeit der Natur glaubten. Wer unsere Perlenfischer fragt, der wird erfahren, dass sie aus dieser Furche queer über der Schale die Gegenwart einer reifenden Perle in der Muschel schon von aufsen erschliessen. Wo jede Schalenhälfte eine solche Rinne zeigt, wissen sie, dass in beiden Mantelhälften oder an beiden Schalenhälften eine in der Reife (Kalkumlagerung) befindliche Perle angetroffen werden wird. Ich habe nie bemerkt, dass sich die Perlenfischer hierin täuschten. Als ich dem Perlenfischer Herrn Schmerler II. (einem äusserst offenen Kopfe, und für sein Amt und dessen Verbesserung sehr besorgten Manne) von meiner Ansicht, dass niedere Schmarotzerthiere die Perlenkerne und Ursache der Perlenentstehung abgäben, Mittheilung machte, bemerkte er sofort, dass ihm dies sehr plausibel sei, da ja eben diese Furche wohl der Einwanderungskanal dieser Schmarotzer sein dürfte. Ich kannte damals den Grund und die Entstehung dieser Furche nicht, über die ich jetzt mir klar zu sein glaube. Sicherlich werden die Einwanderer in den Mantel oder in die Innenschale der Muschel stets den leichteren Weg durchs Fleisch wählen, zu dem sie bei geöffneter Muschel leicht gelangen können. Mir scheint diese Furche nach einfach chemischen und mechanischen Gesetzen zu Stande zu kommen. Es sind nämlich bei der Schalenbildung (wie dies auch bei der Perlenbildung der Fall ist) zwei Momente zu beachten: das der schichtenweisen Ablagerung häutiger, wahrscheinlich der Sarcode und dem Chitin nahe

eine Verletzung, die permanent bestehen müsste, bei der Unmöglichkeit, in welcher das Thier sich befindet, die äusseren Schalenlagen wiederherzustellen.

Es ist bekannt, dass die Materie, aus welcher die Perlen zusammengesetzt sind, dieselbe ist, welche die eigentliche Perlmutter, d. i. das innere und dickere Stratum der Muschelschale, bildet, und aus sehr feinen Schichten kohlensauren Kalkes, mit thierischer Substanz vermischt, besteht, und weiter, dass diese Schichten concentrisch um einen Kern gelagert sind, dessen Natur und Beschaffenheit eben das Problem der Perlenbildung lösen soll.

Jeder fremde, in den Mantel und in die Schale einer *Meleagrina*, einer *Unio* eingeführte[1]) Körper kann mit Perlmut-

---

stehender Massen, und das der Einlagerung von Kalkmassen in diese Schichten. Diese Bildungen sind vielleicht zum Theil das Product und unmittelbare Secret der im Mantel verlaufenden Blutgefässe, noch wahrscheinlicher aber nach Keber das Product eines durch Diosmose aus dem rothbraunen, mit dem Herzbeutel communizirenden Kalkkörperchen führenden Organe, das man den Bojanusschen Körper nennt, gelieferten und zwischen Schale und Mantel ergossenen, oder nach von Rengarten richtiger durch das Wassergefässsystem der Muschel weiter geführten eigenthümlichen Secretes, das man Schalenstoff nennen darf. Ich für meinen Theil glaube nun, dass ein Theil des durch Vermittelung der Schalendrüse (des Bojanusschen Körpers) gelieferten Schalenstoffes unterwegs und ehe er zur Schale der Muschel gelangt, um die sogenannte Perlmutter zu bilden, beim Perlenerzeugungsprozesse von dem Perlenkerne zu seiner Umhüllung und Verkalkung in Anspruch genommen und den hinter dieser Perle gelegenen Partien der Schale ganz oder doch zum Theil entzogen wird, während die anderen Stellen der Muschelschale gleichmässig ihre Zufuhr fort und fort erhalten. Dadurch werden zweifelsohne die Schichten der der Perle entsprechenden Schalentheile, ebenso wie die Kalkauflagerung dünner, und eben deshalb muss hieraus resultiren, dass sie, gegen die Umgebung zurückbleibend, eine Grube machen. Zur Evidenz kann dies nur aus Zählungen und Messungen der einzelnen Schichten bewiesen werden, worüber ich mir Mittheilungen vorbehalte. Vor der Hand mögen diese Bemerkungen genügen. Sie sind eine neue Stütze der Keberschen Deutung des Bojanusschen Körpers. K.

1) Man kann den hier ausgesprochenen Satz nicht in der von de Filippi ausgesprochenen Allgemeinheit fassen, sondern muss jeden-

ter incrustirt werden, und die Form des fraglichen, fremden Körpers wird bis zu einem gewissen Punkte die Form der Incrustation selbst, die durch irgend einen Zufall auch den äusseren Anschein einer verkänflichen Perle würde annehmen können, bestimmen. In einigen Cabinetten werden solche Incrustationen aufbewahrt, welche eine von der zuvor erwähnten verschiedene Idee über den Prozess einer künstlichen Perlenerzeugung hervorgebracht haben; die nämlich, dass man nicht sowohl die Muschelschale des Weichthieres anzubohren, als vielmehr einen fremden Körper (z. B. ein Sandkorn oder eine kleine Perle), der als Attractionskern für die Perlenmasse dienen soll, zwischen Schale und Mantel einzuführen habe.

Es ist nicht mit hinlänglicher Sicherheit constatirt, welchen Ausgang die in dieser Absicht angestellten Versuche gehabt haben, indessen kann man es wohl als allgemeine Annahme aufstellen, dass es in den Perlen einen Kern fremder Materie [1]) gibt, weshalb es besser sein würde, die Perle mit einem Blasensteine, als mit einer Natta zu vergleichen.

---

falls beschränkend hinzufügen: „jeder fremde, in den Mantel oder die Schale einer *Meleagrina*, einer *Unio* eingeführte, und darin an einer für Perlenentwickelung günstigen Stelle längere Zeit, und mindestens so lange, als die Muschel Zeit bedarf, um ihn mit einer schützenden Cyste zu umgeben, in der Muschel zurückgehaltene Körper kann mit Perlmutter incrustirt werden." Die Kunst der Perlenerzeugung besteht nur darin, fremde, eingetretrene Körper so lange, wie hier angedeutet ist, an gewissen Stellen des Mantels festzuhalten. K.

1) Kerne kann es geben, die aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche herstammen. Man muss jedenfalls auf diesen allgemeinen Standpunkt sich stellen. Hauptsache ist nur, dass der fremde Körper klein sei und so lange an der günstigen Stelle verweile, wo er eingedrungen, dass er als fremder Körper von der Muschel betrachtet und von ihr mit häutigen Schichten, die sich mit Kalk imprägniren, umlagert werde. Natürlich wird das Thierreich am häufigsten den Kernlieferanten abgeben. Wir werden aber später sehen, dass auf all diese Kerne später nichts mehr ankommt. Es können nämlich (was besonders von den Kernen gilt, welche von schmarotzenden, niederen Thieren herrühren) diese Kerne die Muschel wieder verlassen, was freilich nicht gar zu lange nach der Einwanderung geschehen darf. Alsdann

Stenon, Redi und der Graf von Bournon meinten, dass solch einen Kern ein Sandkorn bilde, das zufällig in die Muschel eingedrungen sei und einen Reiz auf die äussere Seite des Mantels ausgeübt habe, wodurch eine grössere Zuströmung der abgesonderten Perlenmasse entstehe. Blainville (Diction. des sciences natur. Vol. XXXVIII. pg. 503), der in dem sogenannten Perlensamen ein Sandkorn aufzufinden sich bemühte, drückt sich über die Natur und den Charakter der von ihm aufgefundenen Kerne nicht klar genug aus, und fügt darauf hinzu, dass er in verschiedenen Fällen einen derartigen Kern nicht angetroffen habe. Dieser letzte Umstand findet sich auch bei anderen Beobachtern, die ein Sandkorn als Kern bezeichnet wissen wollten; was dann zu dem Glauben Veranlassung gab, es könne der Kern auch aus organischer Materie (einfachem Schleim oder einem anderen krankhaften Producte des Thieres) bestehen.

Home (Philosoph. transact. 1826. P. 3. pg. 338) liess sich bewegen, zu glauben, dass die Eier der Muschel selbst die Perlenkerne abgäben, und seine Argumente reducirten sich besonders auf zwei: 1. Alle von ihm untersuchten orientalischen Perlen enthielten im Centrum einen leeren Raum, in welchem sehr gut ein Ei enthalten sein könnte; 2. er fand auch Perlen im Ovarium der Anodonten (einem anderen Ge-

---

findet man wohl in den Perlen gar keinen fremden Körper als Kern, sondern die Perle beginnt sofort mit der ersten abgelagerten häutigen Schicht, eine grössere oder kleinere leere Höhle umschliessend. Hier wirkte die ursprünglich um den fremden Eindringling von der Muschel abgesonderte Schicht später selbst als Kern der Perlenbildung. In dieser Weise haben unbedingt diejenigen Recht, welche meinen, dass der Kern auch aus organischer Materie bestehen könne. Vertauschen wir ihre Worte: „einfacher Schleim oder ein anderes krankhaftes Product des Thieres können den Perlenkern bilden", damit, dass wir sagen, die um einen fremden Körper gebildete häutige Umhüllungsschicht kann nach Entfernung des echten Kernes selbst zum Perlenkern werden, so sprechen wir die Wahrheit in geläuterterer Ansicht aus. Wir würden daher wohl thun, von primären Kernen (d. i. den von aussen eingedrungenen) und von secundären (d. i. den von dem Muschelthiere selbst gebildeten) zu sprechen. cfr. infra. K.

nus von Bivalven, und den Unionen verwandt). Aber es fehlt, wie Jeder sieht, jegliche thatsächliche Begründung dieser Ansicht. Das Vorhandensein eines Centrums in den Perlen würde nichts Anderes beweisen, als dass sich in ihm eine organische Materie befindet. Die Gegenwart der Perlen im Ovarium, wenn sie auch wirklich constatirt wäre, würde ferner immer nicht genügend sein, um zu sagen, dass hier die Perlen selbst wirklich gebildet seien. Es ist eine Thatsache, dass die Perlen sich entweder an der innern Seite der Schale angewachsen, oder frei in der Dicke des Mantels finden. Sie bilden sich da, wo von Natur die Materie der Perlmutter secernirt wird. Die seltenen Fälle, die von den Autoren über Perlen berichtet werden, welche in anderen Theilen der Mollusken liegen, würden am leichtesten erklärt werden können, wenn man annähme, dass die Perlen, wenn sie einmal im Mantel gebildet sind, von ihrem Sitze weggetrieben oder dass der Name Perle Concretionen von ganz verschiedener Natur gegeben worden sei, z. E. solchen, die sich in den glandulis Bojani erzeugen, welche letzteren von einigen Autoren als Lungen, von Anderen, und mit grösserem Rechte, als Nieren betrachtet werden, weil die daselbst befindlichen Concretionen Harnsäure enthalten[1]).

1) Das, was Home angegeben hat, ist wahr und in der Natur begründet. Die de Filippischen Zweifel sind unbegründet und ungerechtfertigt, weil er hier zweifelsohne auf einem Felde reiner Hypothese sich bewegt und aller Selbstanschauung entbehrt. Der erste Home'sche Grund dafür, dafs die Perlenkerne durch Eier gebildet würden, steht freilich auf sehr schwachen Füssen. Der hohle Raum in dem Centrum orientalischer und mancher Elsterperlen kommt jedenfalls am häufigsten durch die Auswanderung oder Vertrocknung der Schmarotzer zu Stande. Der zweite Beweis Home's, dass der Perlenkern durch Eier gebildet werde, ist ein auf Thatsachen und Beobachtungen gestützter. Man findet nämlich zuweilen, jedoch immerhin nur selten und nur bei älteren, fruchtbaren Individuen Perlen, deren Wände sehr dünn, nur aus einer kleinen Anzahl concentrischer Schichten zusammengesetzt, leichter zerbrechlich und innen hohl sind. Hierdurch gleichen sie dem im Handel vorkommenden, zwar sehr schön glänzenden, aber nicht massiven Perlsamen. Untersucht man den Detritus dieser Perlen, nach dem Zerspringen derselben und unter gleich-

Dazu kommt noch, dass es keinen natürlichen Weg gibt, auf dem fremde Körper, z. B. Sandkörner, zwischen dem Mantel und der Schale eindringen könnten, da jener an die innere Lamelle der Schale vollkommen angefügt ist, und was noch mehr sagen will, sehr fest und hartnäckig längs seines ganzen Saumes an letzterer anhängt. Wer nur Anodonten und Unionen geöffnet hat, wird beobachtet haben, wie viel leichter es zuweilen sei, den Mantel an seinem Rande zu zerreissen, als dass man ihn von der Schale lostrennen kann, und weiter, dass, obschon diese Mollusken im Schlamme eingebohrt leben, doch nie das kleinste Theilchen zwischen Schale und Mantel zu finden ist, den sehr seltenen und ab-

---

zeitiger Anwendung von Essigsäure, so findet man kleine Conglomerate vertrockneter und vergilbter junger Muschelschalen, die abortiv hier zu Grunde gegangen sind. Sie widerstehen den Reagentien ziemlich hartnäckig in diesem Zustande, während lebende junge Muscheln äusserst schnell in Essig erbleichen, so dass man bei deren Untersuchung kaum das Auge vom Sehfelde entfernen darf. — Ausser diesen Perlen findet sich auch noch ein Perlensand in den Schliessmuskeln alter Muschelthiere. Ihr Zustandekommen ist mir unbekannt. Ebenso weiss ich nicht, warum die Perlen in manchen Exemplaren niemals Glanz bekommen, sondern eine schmutzig braungelbe Farbe haben. Kalkhaltig sind sie gleich den andern. Hierbei dürfte vielleicht einiges auf den Standort ankommen. Eine den Perlen ähnliche, schmutzig braune, stecknadelknopfgrosse, aus concentrischen Schichten bestehende Concretion sah Keber im Herzbeutel einer Muschel, in dem ich übrigens ganz nette, kleine Perlen von der im Anfang dieser Note besprochenen Form und Structur (Perlensand) gefunden habe. Der de Filippische Ausspruch, dass im Mantel einmal gebildete Perlen von ihrem Sitze weggetrieben werden, ist sicherlich falsch. Ich sehe selbst nicht ab, wie man eine solche Idee selbst bei einigen seltenen Fällen angewachsener Perlen fassen könne. Denn selbst hier wäre es nur möglich, dass diese Perlen fortgeführt würden, wenn die Perle in einer Stelle des Mantels zwischen Schloss und zwischen der halbmondförmigen Linie, in der der Mantel mit der Schale verwachsen ist, gesessen hätte (was sehr selten nur geschehen dürfte), durch irgend einen Zufall in den Raum zwischen Schale und Mantel fiele, der mit Wasser angefüllt ist, und hier an einem seltenen Standorte mit der Zeit anwüchse. Uebrigens ist das corpus Bojani keine Niere, sondern die Schalendrüse, oder wenn man mit Keber will, Perlendrüse. K.

normen Fall einer die Schale vollkommen penetrirenden Verletzung ausgenommen. Daher kann man sagen, dass beim gewöhnlichen Prozesse der Perlenbildung weder unorganische, von aussen kommende Körperchen, noch Eier, die im Inneren des Thieres erzeugt wurden, den Keim abgeben können[1]).

Durch Zufall wurde meine Aufmerksamkeit auf die Entstehung der Perlen in unseren gemeinen doppelschaligen Muscheln (Unionen und Anodonten) gelenkt, weil bei gewissen anderen Untersuchungen, die in ganz anderer Absicht angestellt wurden, sich Thatsachen darboten, welche einiges Licht über diesen noch so dunkeln Gegenstand verbreiten konnten.

Ich beginne meinen Bericht damit, dass, nachdem eine gute Anzahl kleiner Perlen aus dem Mantel einiger Mollusken gesammelt worden war, einige davon zerbrochen wurden, um die innere Substanz zu untersuchen, während andere in verdünnter Salpetersäure aufzulösen versucht wurden. Aber auf keine Weise konnte ich einen Kern erkennen, der einem Sandkorne vergleichbar gewesen wäre. Die zerbrochenen oder zerschnittenen Perlen zeigten dagegen einen Durchschnitt, ähnlich dem vieler Stalaktiten, nämlich einen mehr oder weniger grossen Kern einer undurchsichtigen, kalkigen

1) Bei der Perlenbildung kommt es nicht auf ein blosses Eindringen eines fremden Körpers an jedem Orte, durch den Mantel hindurch und bis in den Raum zwischen Schale und Mantel an, sondern darauf, dass der Eindringling an einer bestimmten Stelle (vielleicht in einem Gefässkanale des Wassergefässsystems) sitzen bleibt. Dass bei kräftigen und älteren Thieren, welche einen dickeren Mantel haben, die Perlen besonders vorkommen, ist bekannt und bestätigt das oben Gesagte. Die jüngste Muschel, welche einen Ansatz zu einer Perlenmuschel hatte, war etwa $1^1/_2$ Zoll lang und noch sehr dünnschalig. Im Uebrigen vergleiche man, um sich von der Unrichtigkeit des de Filippischen Schlusssatzes zu überzeugen, die früheren Anmerkungen. Nach von Rengartens Untersuchungen liesse sich übrigens ein Eindringen eines Sandkornes immerhin als möglich denken, freilich auf einem ganz anderen Wege, wovon wir bei den Elsterperlen sprechen werden. — K.

und ins Gelbliche spielenden Materie[1]), die, wie die involvirende, wirkliche Perlenmasse aus Lagen zusammengesetzt war. Die Perlen, welche einige Stunden und auch einige Tage in Digestion mit Salpetersäure gehalten worden waren, verloren, je nach ihrem verschiedenen Durchmesser, ihre ganze kalkige Substanz; bewahrten jedoch dabei ihre frühere Form, schwollen nur etwas durch gasige Blasen auf und zeigten eine Anzahl sehr feiner, häutiger Strata, welche einen deutlichen centralen Kern organischer Materie umhüllten.

Eine andere Thatsache, die ich in dieser Frage für von grosser Wichtigkeit erachte, ist die ungleiche Häufigkeit dieser Perlen in den Exemplaren einer und derselben Species von Anodonten oder anderen Bivalvenarten, wenn dieselben aus verschiedenen Lokalitäten entnommen waren. Als ich mir kürzlich eine grosse Anzahl von Individuen der *Anodonta cygnea* aus den Teichen des Königl. Parks von Racconigi besorgt hatte, war ich erstaunt über die Menge der sich vorfindenden, theils an die Schale angewachsenen, theils im Mantel eingebetteten Perlen, während ich einige Jahre früher in den Anodonten und Unionen einiger Seen und Flüsse

1) Man sei hiebei vorsichtig. Man muss sich nicht mit blosser Behandlung durch Säuren begnügen, sondern die Perlen zerbrechen, oder durch Abschalen der sich aufblähenden Schalenschichten immer mehr verkleinern, und sie dann zerbrechen oder einen Durchschnitt machen, wenn sie auf ein Minimum des Umfanges reducirt sind. Thut man dies nicht, so dringt die Säure gar nicht oder äusserst langsam bis auf den echten Kern vor, und man kann in Versuchung kommen, den scheinbaren Kern für den wahren, unbekannt gebliebenen zu nehmen. Ob der Vergleich de Filippis mit Durchschnitten der unorganischen Stalaktiten ein treffender ist, will ich dahin gestellt sein lassen. Ich würde den Bau mit den sogenannten Amyloidkörpern, oder mit jenem Goodsirschen *Sphaeridion Acephalocystis*, das ich z. B. auch in den Darmwänden von *Lutra vulgaris* fand, verglichen haben. Jedenfalls ist der Bildungsprozess der Perlen diesen Gebilden ganz gleich. Sie unterscheiden sich beide nur durch das Fehlen oder Vorhandensein von Kalkeinlagerung. Mich führten diese Gebilde zuerst auf den Gedanken, in Perlen nach thierischen Keimen zu suchen, und zu einer Zeit, wo ich nichts von de Filippis Ansichten wusste. K.

der Lombardei nur äusserst selten deren gefunden hatte. Diese in den Anodonten von Racconigi so häufigen Perlen sind klein, aber im Allgemeinen von regelmässiger Form und würden vielleicht auch wie der sogenannte Perlsamen des Handels benutzt werden können. Eine fand ich unter den Anderen vollkommen sphärisch und von der Grösse eines Hanfsamens. Sie sass im Mantel, nahe an seinem verdickten und papillösen Rande, entsprechend dem hinteren Theile der Muschel an der Stelle, wo sich auch die schönsten Perlen der *Unio margaritifera*, die ich bisher in den Sammlungen gesehen habe, finden.

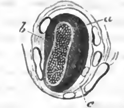
Aber mit der Häufigkeit der Perlen in den Anodonten von Racconigi coincidirt die Häufigkeit einer Species von Helminthen oder Eingeweidewürmern, die bis jetzt sich meiner Beobachtung noch nicht dargestellt hatten, obgleich ich, um sie aufzufinden, im verflossenen Winter eine grosse Anzahl von Anodonten des Sees von Varese in der Lombardei gefunden hatte. Diese Species ist diejenige, welche Baer in seiner klassischen Arbeit über die niederen Thiere (N. acta Acad. Caes. Leop. Naturae curiosorum Vol. 13) unter dem Namen des *Distoma duplicatum* kennen lehrte. Es ist diese Coincidenz keine zufällige. Allemal, wenn ich eine Anodonte nahm, sah ich in ihrem Mantel in grosser Anzahl die kleinen Schläuche eingestreut, welche die Distomen (richtiger ihre Larven oder eigentliche Cercarien) enthielten, und konnte in entsprechender Menge perlige Rauhheiten von verschiedener Form und Entwickelung, die durch alle möglichen Abstufungen zu wirklich leuchtenden, fast sphärischen Perlen von dem Durchmesser eines Hirsekorns übergingen, über die anliegende Fläche der Schale ausgestreut erkennen. Vorsichtig die dem Anscheine nach jüngsten, perligen Concretionen abnehmend, erkannte ich stets in ihnen mit dem Mikroskope die Reste kleiner gefangener Distomen, die als Kern der kalkigen Materie gedient hatten. Diese frischen Concretionen oder wirklichen Perlen im Beginne der Perlenbildung unterscheiden sich durch ihre Form (bisweilen stellen sie unregelmässige Pusteln dar), durch eine leicht gelbliche Farbe, und

durch das Fehlen jenes Glanzes, den man in anderen, benachbarten nnd älteren, perligen Prominenzen sieht. Dies muss man einer doppelten Ursache zuschreiben, nämlich der grösseren Proportion der thierischen Materie in den ersten Schichten der Perle, und den Bewegungen der kleinen Distomen, welche im Anfange die regelmässige Aggregation der Kalkmoleküle verhindern können.

Angeregt durch diese Thatsachen habe ich hieranf auch bei den anderen, isolirt im Mantel der Anodonten vorgekommenen Perlen comparative Untersnchungen angestellt. Nachdem einige zerbrochen waren, konnte ich leicht die grösste Analogie mit der Substanz ihres Kernes nnd der oben beschriebenen die Distomen incrustirenden Substanz erkennen. Die eine nnd die andere wurden in Salpetersäure gelb gefärbt, durch deren Einwirknng auf die organische Snbstanz, die viel mehr prävalirt, als in den änssern Lagen der Perlen. Indem andere bei der mikroskopischen Untersuchung znvor mit Salpetersäure behandelt wnrden, sah man diese häutigen Lagen dnrch Blasen entbnndener Kohlensänre getrennt, und so leicht trennbar, dass hierdurch der Kerntheil schnell isolirt wurde. In diesem nnterscheidet man alsdann deutlich einen organischen Inhalt, der durch die doppelte Ursache der perligen, ihn anfüllenden Substanz und die Wirkung der Salpetersäure verändert wird. Man soll weder, noch kann man behaupten, dass man in diesem Kerne immer einen vollkommen bestimmbaren Wurm finde.

Es ist daher möglicher Weise, je nach den Fällen, mehr oder weniger leicht, die Charaktere nicht nnr einer organischen Substanz, sondern wirklich eines verstorbenen organischen Wesens zu erkennen. Seine Bestimmung kann sich auf nichts anders, als auf indirecte Beweise stützen, obgleich dieselben in solcher Zahl nnd Stärke auftreten, dass sie uns nöthigen, einen Schritt weiter zu gehen, und anzunehmen, dass das organisirte Wesen, welches den Perlenkern bildet, ein Helminth ist. In beistehender Figur ist einer der Kerne der aus dem Mantel einer Anodonte genommenen Perle dargestellt.

Die positive Beobachtung der perligen Incrustation um die Schläuche des *Distoma duplicat.* muss natürlich den ersten Werth haben bei der per analogiam stattfindenden Bestimmung der organischen Wesen, die sich in ganz ähnlichen Bedingungen befinden und zum grössten Theile ihren organischen Charakter durch den Tod und die tiefe plötzliche Alteration in ihrem Gefolge verloren haben. Dann handelt es sich an zweiter Stelle um die Analogie, oder vielmehr die Identität des Anblicks und der Zusammensetzung, welche zwischen den ersten, die genannte Cyste incrustirenden und den den ersten Perlenkern bildenden Stratis stattfindet.



Die organische Cyste (a), welche enthält, was von dem Helminthen (b) übrig ist. Die den Kern (b) einhüllenden Lagen bestehen aus einfachen, sehr feinen Häutchen, die hier und da durch gasige Blasen in Folge der vorhergegangenen Behandlung mit Salpetersäure getrennt sind.

Es ist hinlänglich klar, dass diese Helminthen, um die äussere Seite des Mantels zu erreichen, nicht nöthig haben, durch eine offene Strasse einzuwandern.

Jetzt kann man auch den Grund eines Umstandes begreifen, von dem ich weiter oben ein Beispiel erwähnt habe: den nämlich, dass nicht an allen Orten, wo ein und dieselbe Muschelspecies sich findet, gleichmässig von ihr Perlen erzeugt werden.

Bei der sehr grossen Schwierigkeit, die echten Species der Unionen, selbst der europäischen, zu bestimmen — eine Schwierigkeit, die durch die enorme, von manchen Malakologen hervorgebrachte Confusion vermehrt wird — wird man nicht sagen können, ob die *Unio margaritifera* eine von den anderen Species sei, welche nur in gewissen Fällen keine oder wenigstens nicht in demselben Grade Perlen tragen. Aber wenn man auch nach übereinstimmender Ansicht der Malakologen diese Species bestehen lässt, wird doch Niemand die Eigenschaft, Perlen zu erzeugen, als eine ihnen spezifische betrachten wollen. Nicht einmal von allen *Unio-*

nibus margaritiferis, die über Central- und Nordeuropa zerstreut sind, wird diese Eigenschaft in demselben Grade getheilt, sondern es gibt Orte, die für dieses Geschenk der Natur privilegirt sind. Solche sind einige Seen der Schweiz; die Elster im Vogtland (Sachsen); der See von Tag in Schottland; der Fluss Conway in der Grafschaft Galles. An der Mündung dieses letzteren Flusses nistet die sehr gemeine Muschel (*Mytilus edulis*), von dem auch in bemerkenswerther Menge Perlsamen erlangt wird, welcher in London zum Verkaufe kommt und bis zu diesen letzten Jahren ein Geheimniss blieb. Die Pinnen, die Anomien, die Austern sind in einigen Gegenden perlentragend, in anderen nicht. Es bleibt noch übrig zu wissen, ob der grosse Reichthum an Perlen, den die *Meleagrina* des Golfes von Manaar (Ceylon) liefert, ausschliesslich der grössern Häufigkeit dieser Species in jener Gegend im Vergleich mit sehr vielen anderen und entfernten Standorten, in denen sie gleichfalls häufig ist, zu- oder daher komme, dass die perlentragenden Individuen daselbst verhältnissmässig in grösserer Menge vorhanden sind. Die Production der Perlen in den Exemplaren einer und derselben Species scheint im engsten Rapport mit der geographischen Vertheilung der Trematoden (sollte wohl heissen „gewisser Schmarotzer aus den niedersten Thierreichen“ K.) zu stehen, welche in den Muscheln selbst sich einnisten. Jene ist um so grösser, nach meiner Ansicht, je reichlicher diese in einer gewissen Lokalität sich vorfindet. Dies lässt mit allem Grunde schon den Fall ahnen, in welchem, wie ich sagte, sich die Anodonten von Racconigi im Vergleich mit denen anderer und auch naher Wässer sich befänden.

Wie sehr ungleich die Vertheilung dieser Helminthen in den Weichthieren selbst in einer und derselben Gegend ist, würde an verschiedenen Beispielen gezeigt werden können. Aber Niemand, der es gründlich zu erklären sucht, wird davon überrascht sein. In der Lombardei fand ich sehr häufig in der *Paludina vivipara* jene Würmer, welche der Gegenstand der Beobachtungen von Nitzsch, Baer und später

von dem ebenso berühmten Steenstrup nnd von Siebold waren. Aber als ich von Neuem in Turin in eben denselben Wohnthieren diese Würmer wieder suchte, fand ich keine. Als ich in dem jetzt verflossenen Winter Gelegenheit hatte. über 200 vom See Varese nnd vom See Maggiore bezogene Individuen dieser Species zu untersuchen, fand ich neuerdings und in grosser Menge sowohl die Ammen der Cercarien als die ansgebildeten Cercarien (*C. echinata*, *armata*) und eingeschlossene Distomen, in die sich die Cercarien selbst verwandeln. In allen jenen Individuen aber sass alsdann ohne Ausnahme am Herzen ein Haufen dieser encystirten Distomen, wie schon von Baer bildlich dargestellt worden ist (Op. cit. tab. XXXI.). Im Frühjahre habe ich die nämlichen Untersuchnngen über die Paludinen verschiedener Teiche der Umgegend von Turin wieder aufgenommen; aber obgleich ich eine sehr grosse Anzahl von ihnen geöffnet habe, habe ich doch nie eine der vorhergenannten Formen, welche zu der Entwickelungssuite der Distomen gehören, gefunden. Argwöhnend, dass die veränderte Jahreszeit Theil haben könne an dieser unerwarteten Differenz bei den Paludinen zweier so nahen Orte, die nnr zu verschiedenen Zeiten untersncht wurden, bat ich meinen Frennd Dr. Gastaldi, von einer seiner Excursionen am Lago Maggiore mir einige Paludinen mitzubringen, und nachdem er mir in der That ein anderes reichliches Hundert gebracht hatte, konnte ich von Neuem in seiner Gegenwart die so eigenthümliche Thatsache sicherstellen, dass diese Paludinen alle um das Herz mit encystirten Distomen besetzt waren, während die Paludinen von Turin ganz frei davon sind.

Aber kehren wir zurück zu dem ersten Gegenstand. Ich muss hier dem Einwande zuvorkommen, dass oft auch in den Anodonten des Po perlige Answüchse an der Muschelschale sich finden, ohne dass man eine Spur von Helminthen an der entsprechenden Stelle des Mantels sähe. Man muss aber in solchen Fällen bedenken, dass diese Excrescenzen alt sind, und die Generation von Helminthen, von denen die den Kern bildenden Individuen abstammten, ihre Entwicke-

lungsreihen geschlossen haben. Die Helminthen im Mantel fehlen nie, wenn sich auf der perlmutterglänzenden Fläche der Schale einige kaum beginnende Perlen finden.

Dies ist ein Wink mehr über die Mittel zur künstlichen Perlenerzeugung und über ihren mangelhaften Erfolg.

Aus den erörterten Thatsachen fliesst ziemlich natürlich die Indication des bei diesem Zwecke zu verfolgenden Verfahrens: die Species der Trematoden zu studiren, welche in den perlentragenden Muscheln schmarotzen, und durch Einwanderung in jene Gegenden, wo die Kalksubstanz abgesondert wird, zur Kernbildung dienen können. Die Ausbreitung dieser Helminthen wird durch die Oertlichkeit begünstigt. Wo die Helminthen fehlen oder selten sind, da fehlen auch die Perlen oder sind doch wenigstens selten.

Ich glaube, dass nach diesem Prinzip die Perlenerzeugung sehr vermehrt werden kann.

Wird man jetzt aus allen diesen Thatsachen die gewöhnliche Meinung rechtfertigen können, welche die Perlenentstehung einem krankhaften Zustande der sie erzeugenden Muschel zuschreibt? Sind mit Trematoden besetzte Muscheln kranke Mollusken? Hierauf erfolgt die Antwort, dass sich bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft Niemand finden wird, der noch glauben könne, diese Helminthen seien durch eine Veränderung des Gewebes und der Säfte des Thieres erzeugt. Sodann zeigt übrigens die Beobachtung, dass Gäste und Wirth in vollkommener Harmonie leben. Die Einen beunruhigen die regelmässigen Verrichtungen der Lebensthätigkeiten der Andern nicht. Wer sich mit Perlen schmückt, sei daher ruhig. Er verdankt seinen Schmuck nicht etwa einer Krankheit.

So wären wir denn angelangt am Schlusse der de Filippischen Arbeit und wollen uns nun in einem folgenden Aufsatze über die Entstehung der Perlen in der Elstermuschel verbreiten.

Ueber eine der häufigsten Ursachen der Elsterperlen und das Verfahren, welches zur künstlichen Vermehrung der Perlen dem hohen Königl. Sächsischen Ministerium der Finanzen vorgeschlagen wurde.

Von

Dr. Küchenmeister.

Werfen wir nochmals einen prüfenden Blick auf die letzten Seiten der de Filippischen Arbeit, so sehen wir, dass de Filippi zuerst nachgewiesen hat, dass die an der Innenschale der Teichmuscheln sich gar nicht selten vorfindenden Rauhheiten Einem Trematoden entstammen. Dies ist aber auch der einzige faktische Beweis, den de Filippi geliefert hat. Per analogiam schliesst er nun weiter, dass die Perlen im Mantel der Muscheln wahrscheinlich auch demselben oder einem andern Trematoden entstammen. Die Herren C. Vogt nnd der Referent in der Zeitschrift „die Natur" haben auf die de Filippischen Mittheilungen hin ohne Weiteres bekannt gemacht, dass die Perlen durch das Einwandern des *Distoma duplicatum* oder richtiger seiner Cercarien entstehen. De Filippi erwähnt selbst: „Allemal wenn ich eine Anodonte nahm, sah ich in ihrem Mantel in grosser Zahl die kleinen Schläuche eingestreut, welche die Distomen enthielten, und konnte perlige Rauhheiten von verschiedener Form etc. erkennen." Dabei sagt er, dass diese Gebilde zuweilen fast sphärisch gewesen wären und über die anliegende Fläche der Schale also ausgestreut lagen. Er selbst macht weiter auf die Formverschiedenheit dieser Gebilde und der echten grössern Perlen aufmerksam, nennt dies aber mehr eine Altersverschiedenheit.

Nach diesen Mittheilungen müsste man nun, wenn man vorurtheilsfrei an Verfolgung des Perlenbildungsprozesses geht, wohl a priori annehmen, dass das Product der Kalkumlagerung encystirter Distomenschläuche auch ein schlauchförmiges und nicht ein rein und vollkommen oder doch sehr sphärisches sei, worin eben, abgesehen vom Glanze, der Hauptwerth der einzelnen Perle liegt. Alles dies macht uns sicher sehr wenig geneigt, bei der Erzeugung der schönsten, echten Perlen an Einwanderung von Distomen zu glauben, die, wie de Filippi selbst sagt, bei ihrer Einwanderung Schläuche erzeugen, in denen sie ihr Schmarotzerleben verbringen und demgemäss die Ursache schlauchförmiger, mehr cylindrischer, an den Enden abgerundeter, langgestreckt eiförmiger Perlen werden müssten. Ebenso müssen wir a priori weiter schliessen, dass besonders jene Schmarotzer die Ursache runder, echter Perlen abgeben, welche bei ihrer Einwanderung in das Muschelthier vollkommen runde Kapseln, aber keine Schläuche darstellen. Wir werden nun bald sehen, dass der Schmarotzer, den ich als Perlenursache anklage, sich in runden Kapseln einkapselt, und ebenso sehr wohl im Teiche des Parkes von Racconigi vorkommen dürfte. Seine Eier und jüngsten fusslosen Formen in zusammengeschrumpftem oder getrocknetem Zustande dürften sehr schwer oder kaum von junger Distomenbrut zu unterscheiden sein, und ohne dass man de Filippi hierdurch zu nahe tritt, wird man zugeben, dass die Untersuchung der Perlenkerne von Perlen im Mantel der Perlen des Sees von Racconigi einer Wiederholung werth ist. Nach diesen Vorbemerkungen werde ich zu meinen Untersuchungen selbst übergehen.

Um meine immer schwankende Gesundheit, die durch fast 15 Jahre lange Diarrhoen, die nach einem vor einigen Jahren vorhergegangenen Typhus nur um so hartnäckiger geworden und selbst einige Zeit von Oxalurie begleitet waren, geschwächt war, zu stärken, hatte ich mich in diesem Sommer nach unserem vogtländischen Bad Elster begeben, aus

dem ich, beiläufig bemerkt, denn auch ausserordentlich gestärkt und gebessert zurückkehrte. Nahe den Standorten der sogenannten Muschelbänke erwachte in mir das Interesse für diesen Gegenstand, von dem ich wusste, dass er ein noch ungelöstes Problem sei. Damals kannte ich, wie schon bemerkt, Nichts von der de Filippischen Ansicht, und erhielt erst am Schlusse meiner Untersuchungen durch R. Leuckart den de Filippischen Originalartikel. Ich wendete mich, da die Elstermuscheln der speziellsten Aufsicht des Staates sich zu erfreuen haben, und die Zeit meines Aufenthaltes in Elster eine ziemlich kurze war, durch eine Separateingabe an Sr. Königl. Majestät selbst und erhielt in wenigen Tagen schon die Allerhöchste, durch das Königl. hohe Finanzministerium ausgefertigte Erlaubniss zu den beabsichtigten Untersuchungen, sowie die betreffende Behörde angewiesen wurde, mich in meinen Untersuchungen auf jede Weise zu unterstützen. Von der mir gewordenen Erlaubniss, die gewonnenen Resultate in einer wissenschaftlichen Zeitschrift publiziren zu dürfen, mache ich hierdurch Gebrauch, und erwähne noch, dass das Königl. hohe Finanzministerium nach Einreichung eines vorläufigen Berichtes und Planes über die künstliche Vermehrung der Perlen mich beauftragt, die Angelegenheit nach meinen Vorschlägen einzurichten, und eine dermalige Unterstützung von 100 Thlr. hierzu mir gnädigst aus freiem Ermessen, und ohne dass ich um eine derartige Unterstützung gebeten, ausgesetzt hat.

Um über die Ursache der Perlen ins Klare zu kommen, vermochte ich keinen andern Weg einzuschlagen, als der ist, den auch die anderen Experimentatoren schon vor mir eingeschlagen hatten. Ich löste zuvörderst Perlen in Essigsäure, wie in Mineralsäure, unter Anwendung der in der Anmerkung pg. 262 der vorigen Arbeit angegebenen Cautelen, wodurch man den Prozess der Perlenauflösung ausserordentlich abkürzt. Die alsdann auf ein Minimum zusammengeschmolzene Perle behandelte ich noch einige Zeit in Säure und zerdrückte sie hierauf zwischen zwei Glasplatten. Die kleinen zwischen den Glasplatten befindlichen Stücke lösten sich all-

mälig in der Säure immer mehr auf, und aus einem dieser kleinen Stücke, das innen hohl zu sein schien, sah ich das eine Mal ein häutiges Gebilde mit 6 Beinen hervorhängen, das ich anfangs nicht recht zu deuten wusste. Als ich zu einem Besuche der Vogtsberger und Oelsnitzer Muschelbänke nach den letztgenannten Orten mich begeben hatte, bat ich Herrn Schmerler II., mich an einem nahen Mühlenteiche vorbeizuführen, in welchem die gemeine Teichmuschel in ziemlich reichlicher Menge vorhanden sein sollte. Bei dem Oeffnen dieser gemeinen Teichmuscheln fand ich den Mantel dieser Thiere an beiden Seiten mit einer Unsumme kleiner, schmutzig gelber Körnchen besetzt, die ich bei der mikroskopischen Untersuchung für die Eier und eingekapselte, 6beinige, in Häutung begriffene Brut einer Wasserspinne oder Milbe erkannte. Als ich mehrere der genannten 6beinigen Wasserspinnen untersucht hatte, sah ich an ihnen jene sechs Beine wieder, die mir bei Zersprengung jener Perle aufgefallen waren. Später begegnete ich in einer kleineren Perle des Herzbeutels sogar einer 8beinigen, verkreideten Wasserspinne, die aus dem Centrum der zersprengten Perle herausfiel und die ich noch aufbewahre.

Es war also keinem Zweifel unterworfen, dass in manchen Perlen der Elstermuscheln eine Wasserspinne den Perlenkern bildet, und diese Wasserspinne ist die *Atax ypsilophora* (van Beneden) oder *Limnochares = Hydrachna anodonta*. Die Lebensgeschichte dieser Thiere ist bekannt und erklärt auf sehr einfache Weise den Perlenbildungsprozess. Diese Wasserspinne lebt im schlammigen Boden schwach fliessender, angestauter und mehr stehender Gewässer, besonders also in schlammigen Teichen. Nie oder äusserst selten steigt sie an die Wasserfläche herauf, immer in den Schichten verweilend, welche dem Schlamme des Bodens sich zunächst befinden; was die Muscheln anlangt also sicherlich am liebsten in dem Niveau der hinteren Hälfte des Muschelkörpers. In dieser Körperhälfte fand ich denn auch stets die Ataxindividuen besonders reichlich eingewandert, abweichend von den Angaben einiger anderer Autoren, wäh-

rend freilich auch die vordere Körperhälfte nur selten davon frei war. Es treibt sich nun die 8beinige, geschlechtsreife Spinne im freien Wasser herum und setzt zeitweilig ihre Eier in dem Mantel der Anodonten, Unionen u. s. w. ab. Diese Eier verwandeln sich, während das Muschelthier sie mit einer häutigen Hülle umgibt, in 6beinige Spinnen. Letztere wandern für gewöhnlich nach einiger Zeit aus den Eischalen und der Umhüllungscyste aus und gelangen ins freie Wasser. Wie viel Zeit zu dieser Umwandlung der Eier nöthig ist, kann ich nicht bestimmen, doch mag die Dauer dieser Epoche eine sehr kurze sein, wie wir schon aus der Unsumme von solchen Hydrachnen, welche in ruhigen, günstigen Orten wohnen, und vielleicht per analogiam von den Krätzmilben aus schliessen können, die 10—12 Tage höchstens hierzu brauchen. Auch diese 6beinige Brut bewegt sich eine Zeit lang frei im Wasser, wie es später die 8beinige Spinne thut. Nach einiger Zeit wandert diese 6beinige Brut von Neuem in den Mantel der Muscheln ein, zieht ihre Füsse an sich, und häutet sich, nachdem das Muschelthier sie mit einer Hülle umgeben hatte, innerhalb dieser Hülle. Sobald dieser Prozess abgelaufen ist, durchbricht das Thier diese Hülle und gelangt mit 8 Beinen begabt in die freie Natur, wo sie geschlechtsreif wird, die geschlechtlichen Funktionen ausübt, Eier legt u. s. w. Stets und auf allen Entwikkelungsstufen der Milbe haben die von dem Muschelthiere gebildeten Hülsen oder Kapseln eine runde, sphärische Form, da die Eier selbst, sowie das in Häutung begriffene Thier nach Anziehung seiner Beine die Kugelform aunimmt. Bei dem Ausschlüpfen aus der meist sphärischen Cyste fällt die abgestreifte Haut der 6beinigen Spinne entweder gleichzeitig mit durch die Auswanderungsöffnung heraus oder sie bleibt zufällig liegen. Eben so wird dies mit dem Chorion des Eies geschehen, wenn dieses nicht, was vielleicht zuweilen geschehen mag, sich an die Innenwand der von der Muschel gebildeten Cyste anlöthet. Kennen wir einmal diese Thatsachen, so begreift sich der Perlenbildungsprozess, insoweit er die *Atax* angeht, leicht. Die ursprünglich von der Muschel um die Ataxhaut gebildete Cyste gibt den Perlenkern ab, wenn sie nach Ausschlüpfung der Brut

nicht selbst wiederum resorbirt wird, wofür wir keine Beweise, aber auch freilich noch keine Gegenbeweise haben. Die Fälle, wo das Ei oder die 6beinige Milbe am Ausschlüpfen verhindert wird, oder die Milben- oder Eihaut in der Cyste zurückbleibt, sind jedenfalls solche, in denen die Cyste nie resorbirt wird. Diese Cyste ist nun jedenfalls als das Wesentlichste bei den Perlen zu erachten, die innerhalb des Mantels selbst und innerhalb seines Parenchymes gebildet werden.

Wollten wir nun künstlich die Perlen erzeugen, so hätten wir hiernach nichts nöthig, als reife Ataxweibchen und junge 6beinige Brut mit perlenerzeugenden Muscheln nnd älteren, diesen Prozess begünstigenden Exemplaren in Berührung zu bringen. Und dies erachte ich denn auch als einen Hauptpunkt unserer Aufgabe, die ich jedoch von einem allgemeineren Gesichtspunkte aufgefasst wissen möchte, als de Filippi überhaupt angedeutet. Die Antwort auf die Frage:

„Wie lassen sich schöne, echte, runde Perlen in den Perlenmuscheln künstlich erzeugen?“

ist a priori sehr einfach zu beantworten:

Man muss solche niedere Schmarotzerthiere zur Absetzung ihrer Eier oder zur Einwanderung in den Mantel der Muscheln zu bewegen suchen, welche selbst oder in ihren Eiern eine runde Form habend, runde Umhüllungscysten an den Seiten der Muschelthiere erzeugen; deren Zurückbleiben also einen runden Perlenkern abzugeben im Stande ist.

Von diesem allgemeinen Gesichtspunkte ausgehend, wird man dann zunächst sein Augenmerk richten:

1. auf reife Ataxweibchen.

Wie oben bemerkt sind diese Thiere nur in stehenden Wässern häufig; nnd es ist nicht unwahrscheinlich, dass eben deshalb die Perlen so selten in den Perlenmuscheln unserer Elster und ihrer oft reissenden Nebenbäche gefunden werden, weil die Ataxbrut hier überhaupt, wie in allen Fliesswässern, zumal den kiesigen, schnell fliessenden Gebirgswässern, äusserst selten sein dürfte. Wo wir es nun in der Elster und

ihren Nebenbächen mit Stauwässern und dabei gleichzeitig mit Schlamm zu thun haben — z. B. hinter den verschiedenen Wehren, oder hinter den Wasserschützen, denen wir im Laufe der Elster so oft begegnen, damit die Landwirthe durch dieselben die seit langer Zeit übliche Bewässerung ihrer Wiesen ermöglichen, oder in tiefen Tümpeln an starken Beugungen des Flussbettes, in denen das Wasser ruhiger steht, oder endlich und vor Allem in den Mühlgräben, zumal oberhalb der Radstuben — überall da begegnen wir am häufigsten den mit Perlen besetzten Muscheln, überall da aber werden nach der Lebensweise der Ataxindividnen auch diese am liebsten und zahlreichsten sich aufhalten. So hat z. B. Herr Schmerler II. mir versichert, dass auch in dem Sommer 1855 die schönsten Perlen im Schlamme der Elster hinter dem Wehre bei Elsterwerda gefunden wurden u. s. w. Dies Alles weiset darauf hin, dass die Perlenursache in der Einwanderung eines Schmarotzers zu suchen sein müsse, der die stehenden schlammigen Gewässer oder Wasserabschnitte liebt, dass nach der Lebensweise vor Allem auch die *Atax ypsilophora*, die von mir als Perlenkern zweimal gefunden wurde, bei künstlicher Erzeugung der Perlen in Frage kommt, und dass man daher die Muscheln mit ihnen in Berührung bringen muss. Nichts aber ist leichter als dies. Man hat nur in der Nähe der Muschelbänke solche Orte zu suchen, wo die Ataxindividuen häufig sind, und in diese grössere Muschelexemplare eine Zeit lang einzusetzen. Ich lasse deshalb denn auch solche Muscheln in einen durch Gitterwerk abgeschlossenen Raum von 6–8 Ellen im Quadrat an Orte bringen, die besonders reich an *Atax* sind, und nachdem sie eine Zeit lang und bis *Ataces* eingewandert sind, darin verweilt haben, mit besonderen Zeichen versehen, an ihre alten Standorte zurückversetzen. Die Resultate werde ich später in dieser Zeitschrift mittheilen.

Anmerkung. Unter den Perlenfundorten zeichnen sich die Westküste von Ceylon, besonders des Golfes von Manaar, die Bänke zu Tuticoreen, in der Provinz Tinnevelly, auf der Küste Coromandel, in der Nähe der Bahreen-Inseln im persischen Meerbusen, bei den Looloo-Inseln, an der Küste von Algier,

bei der Insel Margarita in Westindien, an verschiedenen Orten der Columbischen Inseln und in der Bai von Panama in der Südsee aus. Ein Blick auf die Karte wird genügen, um, zumal für den persischen Meerbusen und für den Meerbusen von Manaar, nachzuweisen, dass hier eben die Bedingungen stattfinden, die ich im Vorstehenden angedeutet habe. Alle Mittheilungen stimmen darin überein, dass die Sandbänke, also Orte, die mindestens in der Tiefe des Meeres, wo die Muscheln sitzen, gegen Strömungen eine Stauung bilden, die besten Fundorte sind. Zu wünschen wäre hier noch, dass man uns näheren Aufschluss über die Lage der besten Perlenfundorte gäbe, und darüber berichte, ob die besten Perlen mehr an der Seite der Sandbänke sich befinden, welche dem Lande zugekehrt und sicher gegen rapide Strömungen geschützter sind, oder an der dem Meere zugekehrten Seite sich befinden. Jedenfalls sind, wie nach diesen geographischen Mittheilungen scheint, die besten Perlenstandorte ruhigere Stellen in den Gewässern, an deren Boden sich Schmarotzer, wie die *Atax ypsilophora*, gern herumtreiben.

2. Auf die spiralig sich aufrollende Brut von Rundwürmern, die in Cysten schmarotzen, welche, der runden Form der Würmer entsprechend, ebenfalls rund sind.

Nach den trefflichen Untersuchungen Meissners würde man auch Mermisbrut zur Einwanderung zu veranlassen haben, um zuzusehen, ob sie die Perlenkerne abgeben könnten. Es versteht sich, dass man dabei dies in der Weise zu Stande zu bringen suchen muss, dass man die Muscheln in Gefässen, die mit Wasser gefüllt sind, über Nacht mit der Mermisbrut in Berührung lässt. Ist dies geschehen und ist Einwanderung der Brut in die Muschel erfolgt (wie z. B. in Schneckenarten nach Meissner geschieht), dann würden die Muscheln ebenso in die Perlenwässer zurückzuversetzen sein.

3. Auf verschiedener Cestodenbrut, die man den Muscheln zu verschlucken gibt. Ob dies gelingen wird, lässt sich a priori nicht bestimmen, doch werde ich es nicht unterlassen, auch diesen Versuch und zwar in der Weise anzu-

stellen, dass ich die aus reifen Gliedern entnommene und ins Wasser gestreute Brut einige Tage mit den Muscheln in Berührung lasse.

Was nun 4tens die Trematoden anlangt, welche de Filippi als Ursachen anklagt, so wird man, weil man die künstliche Perlenzucht immer zum grossen Theil in den Händen der Laien lassen muss, auch genöthigt sein, möglichst allgemeine Anweisungen zu ertheilen. Die Aufgabe der Männer vom Fach besteht darin, solche Leute das Cercariengewimmel in Sümpfen und stehenden Gewässern kennen zu lehren, und sie anzuweisen, an heiteren, sonnigen Sommertagen von diesem Gewimmel zu schöpfen, und dies Wasser in Gefässe zu thun, in denen sich die Muscheln befinden. Sobald man Schläuche in dem Mantel der Muscheln bemerkt, welche von eingewanderter Brut herrühren, muss man die Muscheln wieder in die Perlengewässer zurückversetzen. Man wird selbstverständlich diese Experimente nur so lange fortsetzen dürfen, als das Leben der Muscheln dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Welche Trematodenart es besonders sein wird, die als perlenbildender Schmarotzer der Muscheln auftritt, ist zur Zeit noch nicht erwiesen. Vielleicht handelt es sich hier um die Brut von *Dist. duplicatum*, vielleicht aber auch um die Brut von *Aspidogaster conchicola* (zu dem übrigens seiner Zeit Steenstrup das *Dist. duplicat.* gerechnet hat).

Aber wir würden uns eines grossen Fehlers schuldig machen, und man könnte uns vielleicht mit Recht vorwerfen, dass wir ohne alle Kenntniss des Lebens- und Organisationsverhältnisses der Muscheln wären, wenn wir nicht auch eines Einwanderungsweges fremder, als Perlenkerne dienender Körper gedenken wollten, der vielleicht nicht minder in Betracht kommt, als die ebengenannten, ich meine das nach zwei Seiten hin frei mit dem umgebenden Wasser communicirende Wassersystem. Es sei mir erlaubt, in Kurzem an die hier in Frage kommenden anatomischen Verhältnisse zuvörderst zu erinnern.

Zwischen den inneren Lamellen der Branchien, und zwar gebildet durch eine Art Auseinandertretens derselben an ihrer Basis, befindet sich der Meatus branchialis, wie schon Bo-

janns wusste. In diesen Kanal mündet von beiden Seiten (der rechten und linken Körperhälfte) her eine kleine mit einer Klappe verschliessbare Oeffnung, durch welche man jederseits in die mit Wimperhaaren besetzte Vorhöhle der Schalendrüse (Vestibulum corporis Bojani: Keber) gelangt. Ein anderer Kanal führt von dieser Vorhöhle aus in einen Hohlraum, aus dem man durch eine mittelst einer Klappe verschliessbare Oeffnung in das Corpus Bojani selbst vordringt. Aus dem Corpus Bojani führt uns ein anderer Kanal in das mit plattenähnlichen Vorsprüngen u. s. w. versehene Pericardium. Aus dem Pericardium dringen wir durch mehrere Oeffnungen in das kalkreiche, rothbranne, spongiöse Organ und von da aus dnrch andere Oeffnungen in das System des eigentlichen, den ganzen Muschelkörper durchziehenden Wassergefässsystems, das nach seiner Fnnktion, gelösten Schalenbildungsstoff (in Wasser gelöste und an thierische, schleimähnliche Massen gebundene Kalkmassen) durch den Körper zu führen, von Rengarten aber mit dem Namen Systema canalium calcariferorum et aqniferorum belegt wurde. Das Wassergefässsystem aber selbst entleert sich endlich des mehr oder weniger im Innern verwendeten nnd verbranchten Wassers durch mehrere, besonders am hinteren Fusstheile sich frei nach aussen öffnende, siebförmige, etwa 0,1‴ im Lichten haltende Oeffnnngen. (Bei der Teichmuschel fand Rengarten bekanntlich drei derselben an dieser Stelle des Fusses, keine aber am Vorderfusse und Mantelrande.)

Da durch die an den verschiedensten Orten angebrachten Klappen oder klappenähnlichen Vorrichtungen der Eintritt des freien Wassers, in welchem die Muschel lebt, zwar in das Wassergefässsystem vorwärts gestattet ist, aber dasselbe nicht, so lange nicht Klappenfehler vorhanden sind, durch eben diesen Meatus zurücktreten kann [1]), so hat das Wasser folgen-

1) Ich erlaube mir hier beiläufig eines Momentes zu gedenken, welches man die Kiemenströmungen zu nennen pflegt. Keber spricht von zwei Strömungen und sagt: „um das schon von Carus erwähnte Aus- und Einströmen in den Kiemen zn sehen, bediene man sich eines mit

den Weg zurückzulegen: Nach dem Eintritt durch den Meatus branchialis gelangt es in das Vestibulum corpusculi Bojani, dann ins Corpusc. Bojani, hierauf in den Herzbeutel, von da ins sogenannte rothbraune Organ, von diesem in das feine Wassergefässnetz, das den ganzen Muschelkörper durchzieht, und von diesem durch besondere, frei nach aussen mündende Oeffnungen wiederum ins Wasser. Auf demselben Wege müssen natürlich fremde Körper, wenn sie anders nicht zu gross und die einzelnen Oeffnungen zu passiren im Stande sind, vorwärts durch den Muschelkörper getrieben werden, und können nun, wenn sie winzig klein, nur von atomenähnlicher Grösse sind, durch die als Endpunkte genannten freien Oeffnungen entweder wieder zurück ins Wasser treten, oder, wenn sie grösser sind, nachdem sie einen und zwar den seinem Umfange nach weiteren und grösseren Theil des Wassergefässsystemes durchlaufen haben, also in den kleineren, mehr peripherisch (am Mantelrande) gelegenen Zweigen stecken bleiben. Ausser dem bekannten Sitze in dem Mantel, in welchem jedenfalls die Kanäle wesentlich am Durchmesser abgenommen haben, sprechen für die Entstehung, ich sage nicht aller, aber doch mancher Perle mehrere gewichtige Punkte. Ich rechne

---

Cochenille gefärbten Wassers, in welches man sem. Lycopodii einstreue. Nach einiger Zeit, oft erst ziemlich spät, bemerkt man mit dem blossen Auge und mit der Loupe zwei gleichzeitige Bewegungen; eine langsame, zwischen den Tentakeln des Mantelsaumes einströmende, und eine stärkere aus der Afterhöhle ausströmende, selbst strudelnde, an der jedoch ein Rhythmus sich nicht auffinden lasse. Bei trübem Wetter sistirten ausserdem diese Bewegungen". Sollte nicht der mehr nach hinten zu gelegene, der Afterhöhle zugeschriebene Strudel seinen Ursprung dem Wassereinströmen in den Meatus branchialis verdanken, in dessen Nähe allerdings ein Strudel entstehen könnte, weil die Klappe der nach dem Vestib. corp. Bojani führenden Oeffnung alle Minuten 8 — 10 Mal abwechselnd sich schliesst und öffnet, wodurch nothwendig ein stetiger Wechsel zwischen Zufluss und Rückstauen entstehen muss? Das Einströmen, das jedenfalls eine grössere Menge Wasser in Anspruch nimmt, kann dabei sich sehr gut, aber äusserst schwach und langsam, auch an entfernteren Theilen des Muschelthieres, d. i. an den Tentakeln des Mundes, kenntlich machen. — K.

hierzu den Umstand, dass die Perle kaum irgendwo anders ein so günstiges Material für ihre Bildung finden dürfte, als eben innerhalb dieses Wassergefässsystemes, in welchem der gelöste Schalenstoff (häutige Substanz und Kalksalze) kreiset; sodann den Umstand, dass nach bekannten Organisations- und Krystallisationsgesetzen die Umlagerung in organischen Flüssigkeiten ziemlich schnell vor sich geht, wenn Stockungen in der Circulation bei Vorhandensein eines rings dennoch zu umströmenden Kernes auftreten; ferner die bekannte Thatsache, dass Schmarotzerthiere dieses Wassergefässsystem lieben (man denke an den *Bucephalus polymorphus* und an das Auffinden von Perlen mit *Atax* als Kern im Herzbeutelwasser); weiter den Umstand, dass man die Perlen auf die Weise aus dem lebenden Thiere herausbefördert, dass man einen seichten Queerschnitt über der Perle in den Mantel macht, und dann an die Aussenschale der Muschel klopft, wodurch die Perle frei wird, herausfällt und eine runde, glatte Höhle zurücklässt; sowie zuletzt den Umstand, dass die Einkerbung der Schale hinter und über dem Perlensitze gleichsam eine lokale Atrophie der Schalenbildung darstellt, welche sich am ungezwungensten erklären liesse, wenn man annähme, dass diese lokale Atrophie hervorgebracht werde durch lokale Verschliessung oder Verengerung der Lichtung des den Schalenstoff zu der Schale hin führenden Gefässes. Diese Betrachtungen sind jedenfalls geeignet, in uns den Gedanken aufkommen zu lassen, man habe es bei der Perlenbildung oft mit einer Analogie der Venensteine zu thun, wobei ich mich jedoch ausdrücklich davor bewahrt haben will, als hielte ich das Wassergefässsystem für das Venensystem der Muschel, das ich sehr wohl kenne. Ich will nur gesagt haben, dass die Perle zuweilen die Folge der um einen in der Lichtung eines Wassergefässsystemes befindlichen, hier stecken gebliebenen Kern stattgefundenen, concentrischen Ablagerung von häutigem und erdigem Schalenstoff sei. Freilich weiss ich sehr wohl, dass hierfür der Beweis nur durch Injectionen und dadurch geführt werden kann, ob sich Oeffnungen der Gefässe, die mit der Höhle communiciren, in welcher die Perle sitzt, nachweisen

lassen. Kann ich hierüber zur Zeit auch keine Auskunft geben, so würde ich es doch für ungerechtfertigt halten, wenn ich, beauftragt die künstliche Perlenzucht unserer Elsterperlen in die Hand zu nehmen, nicht auch auf diesen möglichen Weg der Einwanderung Rücksicht nehmen wollte. Um dies zu thun, muss man lebende Muschelexemplare vorsichtig ausserhalb des Wassers so weit öffnen, dass man den Meatus branchialis erblicken kann, und dann mit einer feinen Spritze einen Strahl Wasser, in welchem sich die Brut oder die reifen Exemplare der oben genannten, als zur Erzeugung der Perlen tauglich genannten Schmarotzer, als Atax, Trematoden und Cestoden befinden, einspritzen, oder überhaupt damit gegen diesen Kanal spritzen.

Zu dem letzteren Experimente werde ich ferner auch den feinsten, geschlämmten Sand verwenden, der überhaupt durch Suspension zu erlangen ist, um auch die Frage zu entscheiden, ob Sandkörner den Perlenkern zu bilden vermöchten.

Nur auf diesen beiden angedeuteten Wegen, deren letzterer übrigens auch in dem ersten Experimente von den mit den Muscheln in Berührung gebrachten Schmarotzern freiwillig angetreten werden kann, ist es möglich, die Sache der künstlichen Perlenbildung zum Abschluss zu bringen, und behalte ich mir weiteren Bericht vor.

Ein Musculus supraclavicularis beim Menschen.

Von

Prof. H. Luschka in Tübingen.

(Hierzu Taf. X.)

Das morphologische Interesse, welches sich an diesen, wenn auch von mir bis jetzt nur erst wenige Mal beobachteten Muskel knüpft, veranlasst mich gleichwohl von dem unscheinbaren Funde Notiz zu geben, und zwar besonders in der Hoffnung, dass diejenigen, welchen ein zulängliches Material zu Gebote steht, auf ihn bei vergleichend-anatomischen Untersuchungen ihr Augenmerk richten mögen.

Der Oberschlüsselbeinmuskel erschien in drei zu meiner Wahrnehmung gelangten Fällen nach allen Seiten hin so durchaus selbstständig, dass nicht entfernt daran zu denken ist, ihn mit irgend einer Varietät der bekannten Muskeln in Beziehung bringen, oder ihn überhaupt als einen isolirten Bestandtheil eines andern deuten zu können. Zweimal habe ich den Muskel nur auf einer, einmal aber in ganz übereinstimmender Ausbildung auf beiden Seiten und zwar in allen drei Fällen bei Männern gesehen.

Der M. supraclavicularis zeichnet sich durch eine sehr schlanke, spindelähnliche Gestalt aus. Seine Lage hat er auf dem obern Winkel des Schlüsselbeines, jedoch so, dass er auch einen Theil der vordern und besonders der hintern Fläche dieses Knochens bedeckt, und daher seiner ganzen Ausdehnung nach am besten von oben her betrachtet wird. Die Länge des Muskels entspricht der halben Länge der Clavicula und seine grösste Dicke beträgt 7 Millimeter. Dem Verhältniss der Fleischfasern zur Sehnensubstanz nach gehört der Muskel

zu den gefiederten, indem die ersteren in der Richtung von der Schulter her von hinten und von vorn an eine platte, den obern Rand bildende Sehne anstossen. Diese beginnt ohne scharfe Grenze und gedeiht rasch zu einer Breite von 2½ Mm., um sodann, um die Hälfte schmaler geworden, in einer seichten Rinne über das Sternalende der Clavicula und über das vordere Faserband des Brustschlüsselbeingelenkes hinweg zu laufen und sich, jetzt wieder breiter geworden, an der vordern Fläche des manubrium sterni anzusetzen.

Betrachten wir die Verhältnisse des Ursprunges, Verlaufes und Ansatzes unseres Muskels näher, dann lässt sich darüber Folgendes berichten. Von seinem zugespitzten äussern, dem Acromialende des Schlüsselbeines zugekehrten Ende entspringt der M. supracl., von der Mitte des Schlüsselbeines an, in einer Länge von 3½ Centimeter, völlig fleischig, indem die Fasern fest mit dem Gewebe der Knochenhaut verwachsen sind. Der auch gegen das innere Ende der Clavicula spitz auslaufende Muskelbauch verjüngt sich mehr und mehr zu der frei über das Sternalende des Schlüsselbeines weglaufenden, 1½ Centimeter langen Sehne, welche sich dann verbreitert in der vordern Faserhaut des Brustbeinhandgriffes, fleischig-sehnig, hart unter dem Lig. interclaviculare verliert.

Eine Wirkung des im Verhältniss zu den Knochen, zwischen welchen er angeordnet ist, sehr zarten Muskels kann nicht wohl angenommen werden und sein Vorkommen mehr nur in morphologischer Hinsicht Beachtung verdienen. In diesem Betreffe ist es aber ohne Frage wichtig genug, zu erforschen, in wiefern derselbe eine Wiederholung einer bei manchen Thieren vielleicht gesetzmässigen Formation ist, worüber ich bisher inzwischen nicht den mindesten Aufschluss erlangen konnte. Gedenkbar erscheint es mir, dass der Muskel in Beziehung mit den Ossa suprasternalia gebracht und als actives Bewegungsorgan derselben gedeutet werden könne, wiewohl es mir noch nicht vorgekommen ist, beiderlei Theile bei einander zu finden. Diese Deutung möchte ganz besonders der Ansicht derjenigen zu Gute kommen, welche den Suprasternalknochen als vorderes Ende einer Halsrippe erklären. Be-

kannt ist es, dass sich Breschet zuerst in diesem Sinne geäussert hat, indem er die mitunter am letzten Halswirbel bewegliche und vergrösserte vordere Wurzel des Querfortsatzes als Vertebralende, den Suprasternalknochen aber als Sternalende einer in ihrer Mitte unterbrochenen Halsrippe angesprochen hat. Die sehr schöne Analogie zwischen dem M. subclavius und supraclavicularis läge bei dieser Anschauungsweise nahe. Wie der erstere Muskel von der untern Seite des Schlüsselbeines entspringt und sich an das Sternalende der ersten Rippe ansetzt, so entspringt der letztere vom obern Umfang jenes Knochens und begibt sich zu dem vordern Ende der Halsrippe, gewinnt aber beim Fehlen dieser einen seiner Bestimmung nicht entsprechenden Ansatz am Manubrium sterni. Doch — dieser Vergleich ist fast zu schön, um wahr zu sein, und drängte sich mir erst dann auf, als ich den Supraclavicularmuskel zum drittenmal ganz übereinstimmend mit den früheren Beobachtungen gefunden hatte. Anfangs war ich bemüht, den M. supraclavicularis als eine Abweichung des an der obern Seite des Schlüsselbeines hinziehenden hintern Bauches des M. omohyoideus zu halten. Von diesem sah ich nämlich schon einige Male ein in seinem Ursprunge fingerbreites Bündel abgeben, welches in eine platte Sehne überging, die am Sternalrande der Clavicula ihre Befestigung fand. Das Muskelbündel zog in schiefer Richtung von hinten und oben, nach vorn und unten nahe über dem Schlüsselbeine, durch die Oberschlüsselbeingrube über die Art. subcl. und das Armgeflecht hinweg, sich mit diesen Bestandtheilen unter spitzem Winkel kreuzend. Es erinnerte diese Duplicität des untern Bauches vom Omohyoideus einigermaassen an den von Krause beschriebenen M. coraco-cervicalis, nur dass in meinen Wahrnehmungen der überzählige Muskelbauch sich weder mit dem M. sternohyoideus vereinigte, noch sich in der Halsbinde endigte, sondern an dem benannten Knochentheile inserirte.

Nach dem, was ich in Vorstehendem über den M. supraclavicularis beigebracht habe, dürfte es aber klar geworden sein, ihn mindestens nicht mit derlei Vorkommnissen verglei-

chen zu können, sondern ihn unter allen Umständen als einen durchaus selbstständigen Muskel ansehen zu müssen.

Erklärung der Abbildung.

Das Präparat ist der Leiche eines etliche 40 Jahre alten Mannes entnommen, welcher der schwer arbeitenden Klasse angehörte und wegen Mordes enthauptet worden ist.

Der Handgriff des Brustbeines a ist in natürlichem Verbande mit den Schlüsselbeinen b. b. dargestellt. Der M. supraclavicularis läuft mit seinem Bauche c. c. über den obern Umfang der Clavicula. Die dünne Sehne d. d. zieht in einer seichten Rinne des Sternalrandes hin und setzt sich verbreitert e. e. unter dem Lig. interclaviculare an.

Nachschrift.

Seit der Absendung obiger Mittheilung ist der M. supraclavicularis, nachdem ich diesem Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet habe, im Verlaufe dieses Winters noch viermal in ganz übereinstimmender Weise zu meiner Wahrnehmung gekommen, so dass ich nicht anstehe den Muskel als eine, wenn nicht regelmässig, doch öfters vorkommende, morphologisch eigenthümliche Bildung im Systeme der Anatomie des Menschen aufzuführen.

Ueber Eiweiss-Diffusion
(vorläufige Mittheilungen).

Von

Prof. v. Wittich in Königsberg.

Die nachfolgenden Diffusionsversuche wurden durch eine Behauptung Mialhes[1]) veranlasst, der aus den negativen Resultaten seiner Versuche berechtigt zu sein glaubte: das Eiweiss für absolut nicht-diffusibel, also auch für unlöslich, im normalen Zustande, zu erklären. Zwei Momente sollten jedoch nach seiner Angabe im Stande sein dasselbe diffusibel zu machen: erstens ein abnormer Zustand der dasselbe von der Aussenflüssigkeit scheidenden Membran; zweitens die Umwandelung des Albumins selbst in eine diffusibele Modification, die er Albuminose nannte. Die beiden letzten Behauptungen, die er aus abnormen endosmotischen Vorgängen im Körper erschloss, fallen, sobald sich das Grundexperiment, aus dem er die Unfähigkeit des Albumins zu diffundiren feststellte, nicht bestätigte. Ich glaube im Verlaufe vorliegender Zusammenstellung einige jener Bedingungen wenigstens angeben zu können, welche die Diffusibilität des normalen Albumins auch ohne Alteration der Scheidewand ermöglichen, und somit nachzuweisen, dass es auch durchaus nicht der Annahme einer besondern Modification bedarf, um dieselbe zu erklären Ich begnüge mich einfach die bisher gewonnenen Resultate aufzuführen, und eben nur die Schlüsse zu ziehen, die wir aus ihnen auf die Natur des gelösten Al-

1) Mialhe: État physiologique de l'albumine dans l'économie. Institut. No. 930. 29. October 1851.

bumins zu ziehen berechtigt sind. Keineswegs aber konnte es mir einfallen, bei der Complizirtheit der hier vorliegenden Versuche, auf irgend welche sichere Ausbeute für die Theorie der Endosmose zu rechnen.

Schon früher einmal[1]), bei andern Gelegenheit, habe ich mich der Angabe anderer Antoren angeschlossen, die die Löslichkeit des Albumins für eine nur durch die Gegenwart löslicher Salze bedingte darstellten. Weitere Versuche[2]) lehrten mich später, dass auch nach der andern Seite hin dieselbe eine begrenzte sei, und dass sehr concentrirte Salzlösnngen einen Theil des Albumins wieder ausfällen. Eine Ansicht, die in Virchows[3]) Angaben ihre weitere Bestätigung fand. Hiernach schien es mir wahrscheinlich, dass auch die grössere oder geringere Diffusibilität des Albumins durch die Gegenwart der Salze bedingt sei. Diese Vermuthung auf ihre Haltbarkeit zu prüfen, war meine Hauptaufgabe in den nachfolgenden Versuchen. Vorher mussten aber noch einige Vorfragen beantwortet werden, die mir von wesentlichem Einfluss auf den Erfolg derselben zu sein schienen.

Zunächst kam es mir darauf an, die passendste Membran zu meinen Versuchen zu wählen, um jenem Einwande Mialhes von vorn herein zu begegnen, als rühre das in der Aussenflüssigkeit auftretende Albumin nur von der Maceration der Scheidewand. Nach vielem Hin- und Herprobiren kam ich auf das schon von Brücke und Meckel[4]) zu ähnlichen Versnchen verwendete, und auch von Mialhe empfohlene Schalenhäntchen des Hühnereis zurück. Dasselbe besteht ans mehrfachen Schichten vielfach und eng in einander gefilzter Fasern, die in all' ihrem Verhalten den elastischen gleich kommen. Unmittelbar nach dem Herausschälen enthält dasselbe in seinen Maschen sehr viel Eiweiss. Um die-

1) De hymenogonia Albuminis. 1850. pg. 12 f.

2) Scheidung des Haematin vom Globulin. Erdmann und Werther, Journal Bd. 61. pg. 14.

3) Ueber ein eigenthümliches Verhalten albuminöser Flüssigkeiten bei Zusatz von Salzen. Virchow, Archiv Bd. VI. pg. 572.

4) Brücke: De diffusione humorum per septa mortua et viva. p. 55.

ses zu entfernen, wurde es mehrtägig mit Kali causticum-Lösung ausgewaschen, und letztere so lange erneuert, bis sich beim Eindampfen der abgegossenen Flüssigkeit keine organischen Bestandtheile mehr durch Einäschern nachweisen liessen. Dann wurde das Häutchen mit concentrirter Salzsäure, um etwaige Kalksalze, die von der Schale ihm aussen anhaften, zu entfernen, macerirt, die Säure mit destillirtem Wasser ausgewaschen und dann so wohl von allem Eiweiss befreit zum Verschluss eines Glascylinders vorbereitet. Das Auswaschen mit Salzsäure ist deshalb auch zu empfehlen, als dieselbe, so lange noch Spuren von Albumin in den Maschen vorhanden sind, dieses nach wenigen Stunden schon mehr oder weniger intensiv violett färbt, also gleichzeitig immer eine Controlle für die Reinheit der Membran bietet. Lässt man Stücke der so präparirten Membrana testae Wochen lang in salzfreiem Wasser, so zeigt sie keinerlei Zersetzungserscheinungen, ihre Fasern erscheinen unter dem Mikroskope vollkommen intakt. Sie bietet also alle die Vortheile einer porösen Thonschicht für die endosmotischen Vorgänge, nur dass sie sehr viel dünner, als wir eine solche darstellen können, und auch leichter zu handhaben ist. Auch gegen heftigere chemische Angriffe zeigen die Fasern der Membran eine bedeutende Resistenz. Sie sind selbst in concentrirter Kalilösung, Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure fast unlöslich und zeigen keinerlei sichtbare Veränderung unter dem Mikroskop, sogar nach mehrtägiger Einwirkung; wohl aber wurden sie von den stärkeren Säuren und vom Kali beim Kochen zersetzt. Nach fast 24stündigem Kochen in Wasser waren die einzelnen Stückchen gebräunt, aber nicht zerkocht, die ebenfalls braun gefärbte Flüssigkeit zeigte bei Zusatz von Gerbsäure einen ziemlich starken Niederschlag. Aus den sauren durch Kochen gewonnenen Lösungen schlug weder Kali noch Cyaneisenkalium, wohl aber Gerbsäure etwas nieder. Es hat also auch die grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Eingriffe die Membran mit dem elastischen Gewebe gemein und bietet uns in den vorliegenden Versuchen fast vollkommene Sicherheit,

um nicht die endosmotischen Erscheinungen als durch die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Scheidewand selbst bedingt ansehen zu müssen.

Als innere Gefässe dienten bei meinen Versuchen zwei Cylinder, die von derselben Glasröhre geschnitten ziemlich gleiche Lumina zeigten (5 Mm. Radius). Dieselben waren in Fünftel-Cubik-Centimeter getheilt, so dass man noch mit ziemlicher Genauigkeit Zehntel C. C. schätzen konnte. An ihrem untern Ende hatten sie zum Festbinden der Membran einen seichten circulären Riff. Um nun zunächst gleichzeitig die Durchgängigkeit der Membran für Eiweisslösungen zu prüfen, je nachdem dieselbe ihre natürliche Innen- oder Aussenseite letzterem zukehrte, wurden die beiden Cylinder in entsprechender Art geschlossen: so also, dass bei dem einen die natürliche Innenseite nach Innen, bei dem andern nach Aussen kehrte. Die glattgezogene Membran wurde mit einem Seidenfaden festgebunden, und dann der Rand desselben wie letzterer selbst mit einem dünnen Collodiumüberzug verwahrt. Der Cylinder war durch einen durchbohrten Kork getrieben, der gleichzeitig das äussere cylinderförmige Gefäss schloss. Der ganze Apparat wurde in allen Versuchen unter eine mit Wasserdämpfen erfüllte Glocke gebracht und so die Verdunstung beider Flüssigkeiten möglichst verhindert. Der Druck, unter dem beide Flüssigkeiten standen, liess sich leicht durch Höher- oder Tieferstellen des innern Cylinders reguliren.

Bei der sichtbaren Grösse der Poren, die das filzige Gewebe der Schalenhaut unter dem Mikroskope zeigte, schien es mir von vorn herein zunächst wichtig, dieselbe darauf zu prüfen, ob diese fein genug seien, um einem auf sie wirkenden hydrostatischen Druck Widerstand zu leisten. Zu diesem Zweck wurden in die beiden in vorbeschriebener Art geschlossenen Cylinder 2 C. C. Wasser gefüllt und in ein leeres Gefäss gehängt. Nach zwei Stunden war aus dem, der die natürliche Innenseite dem Wasser abkehrte, letzteres vollständig ausgeflossen, während der andere kaum merklichen Volumsverlust zeigte. — In einem andern Fall wurden in beide Cylinder 5 C. C. Wasser gefüllt und dieselben so weit in ein

mit Wasser gefülltes Gefäss gesenkt, dass 2,5 C. C. im innern Raum noch über die Fläche des äussern ragten. Nach 20 Stunden war aus dem Cylinder, bei dem die natürliche Innenseite der Membran nach aussen kehrte, 1,0 C. C. abgeflossen, während der andere nur einige Zehntel C.C. verloren hatte. Zwei andere kleinere Cylinder von 2 Mm. Durchmesser, die in Zehntel C.C. getheilt waren, wurden in derselben Art geschlossen, in jeden 1 C.C. Wasser gefüllt und in ähnlicher Weise, wie in den vorgenannten Versuchen, in ein grösseres Wassergefäss gehängt. Nach 20 Stunden zeigte der eine 0,9 C. C, der andere nur 0,1 C. C. Verlust.

Es geht hieraus unzweifelhaft hervor, dass die beiden Flächen der Membran sich vollkommen verschieden verhalten, es daher für die Diffusion von grösster Wichtigkeit sein muss, nach welcher Richtung hin man dieselbe wirken lassen will. Ein Versuch erläutert dasselbe noch entschiedener. Die beiden kleineren Cylinder wurden mit 0,4 C.C. einer ziemlich concentrirten Kalilösung gefüllt und bei anfangs gleichem Druck 24 Stunden hindurch mit destillirtem Wasser diffundirt. Bei Beendigung des Versuches war die Flüssigkeit in dem Cylinder, bei dem die natürliche Innenseite dem Kali zukehrte, bis 1,0 C.C. gestiegen, in dem andern hatte die zu bedeutende Weite der Poren von der Aussenseite her das Aufsteigen des Wasserstroms, seinem Eigengewichte entgegen, verhindert und beide Flüssigkeiten auf gleichem Niveau erhalten. Gewiss muss dieser auffallenden Erscheinung eine anatomische Verschiedenheit der beiden Seiten zu Grunde liegen; eine solche lässt sich jedoch mit dem Mikroskop nicht nachweisen; man kann das an sich äusserst feine Häntchen noch gar wohl in verschiedene Schichten spalten, alle aber zeigen die gleiche Zusammensetzung aus jenen den elastischen Fasern äusserst ähnlichen Gebilden, die sich nach allen Seiten hin kreuzend einen ungemein unregelmässigen Filz bilden, dessen Zwischenräume in allen Schichten bald verschwindend klein, bald ungemein gross sind, so dass sie kaum eine ungefähre Schätzung ihrer Grösse je nach den verschiedenen Lagen zulassen. Es bleibt daher nichts übrig,

als in einer schwer zu bestimmenden eigenthümlichen Uebereinanderlagerung der Schichten den Grund dieser auffallenden Erscheinung zu suchen.

Versuche, die mit Eiweisslösung in derselben Art (wie mit der Kalilösung) gemacht wurden, gaben dieselben Resultate. In zwei Beobachtungen, in denen die natürliche Innenseite der Schalenhaut dem Eiweiss zukehrte, stieg das Volum der letztern in etwa 24 Stunden um mehr als 0,5 C.C., während in vieren, bei denen die Membran umgekehrt war, in gleichen Zeiten, bei gleichen Eiweiss- und Wassermengen, bei annähernd gleich grossen Berührungsflächen und ziemlich gleichen Temperaturen, nur eine überhaupt eine Volumsvermehrung zeigte, die übrigen in gleichem Niveau blieben.

Bevor ich die Beobachtungen jedoch genauer angebe, kann ich die Schwierigkeiten nicht übergehen, die sich ihnen entgegenstellen. Eiweiss-Diffusionen haben immer das Missliche, dass uns vorläufig noch eine sichere Methode ermangelt, um die Salze albuminöser Flüssigkeiten qualitativ und quantitativ zu bestimmen. Operiren wir daher von vorn herein mit Gemengen, deren Zusammensetzung uns nur unvollkommen bekannt ist, so tritt nach beendeter Diffusion dieselbe Schwierigkeit ein, nämlich die während derselben übergegangenen organischen und unorganischen Bestandtheile ihrer Menge nach zu bestimmen. Wäre das von Wurtz[1]) dargestellte Eiweiss wirklich vollkommen salzfrei, so wäre das Verfahren einfach; man könnte theils mit demselben direkt experimentiren, theils ein Gemenge desselben mit löslichen Salzen, deren Quantität man vorher bestimmte, dazu benützen. Leider ist dasselbe jedoch, wie ich bereits früher[2]) gezeigt, nicht salzfrei, würde daher eben so wenig Sicherheit bieten als andere albuminöse Lösungen.

Es blieb mir daher kein anderer Weg, als nach unterbrochener Diffusion den eingedampften Rückstand des Was

1) Comptes rendus T. XVIII. pg. 700 und Erdmanns Journal Bd. 32. pg. 503.

2) De hymenogonia albuminis pg. 13.

sers zu bestimmen, und aus seinem Aschenrückstand die Menge des übergegangenen Albumins zu berechnen. Das Hühnereiweiss, dessen ich mich in allen Versuchen theils im concentrirten, theils im diluirteren Zustande bediente, enthält ausser den beigemengten Salzen nur äusserst unbedeutende Mengen Fett, Zucker, Extractivstoffe, es kann daher wohl als eine ziemlich reine Eiweisslösung angesehen werden, und der Fehler ist nicht so gar gross, wenn wir, zumal bei den so geringen Mengen, alle übergegangene verbrennbare organische Substanz als Albumin in Anrechnung bringen. Auch die aus der angewendeten Methode (Einäscherung) entspringenden Fehler sind um so geringer, als es bei den sehr geringen Mengen keiner sehr hoher Temperaturgrade bedurfte, um die Substanz zu zerstören; es ja auch vorläufig nicht auf eine qualitative Bestimmung der feuerbeständigen Rückstände ankam.

Anfangs benutzte ich zur Diffusion frisches flüssiges Hühnereiweiss, da es aber ziemlich schwer ist, dasselbe genau von der gallertigen, die Dotterkugel umgebenden Schicht zu trennen, und man so nur schwer aus ein und demselben Ei, viel weniger aus verschiedenen Eiern zwei Proben ganz gleicher Consistenz, gleichen Wassergehaltes und gleicher Löslichkeit gewinnt, so bediente ich mich später einer sehr verdünnnten Lösung, die ich dadurch gewann, dass ich frisches Hühnereiweiss wohl mit dem vierfachen Volum Wasser anrührte und abfiltrirte. In den zunächst aufzuführenden Versuchen diente bei zweien frisches, unmittelbar dem Ei entnommenes Eiweiss, bei den übrigen eine in angegebener Art gewonnene Lösung, in der auf

100 Theile
97,3 Wasser,
0,15 Salze,
2,55 Albumin kamen.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Resultate der 6 Beobachtungen zusammen.

	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Dauer des Versuchs in Stunden.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Nach Beendigung des Versuchs waren im Wasser:			Richtung der Membran.
					Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
a.	2	5	22	0,6	0,046	0,01	0,036	Die natürliche Innenseite kehrt dem Eiweiss zu.
b.	4	5	24	1,0	0,003	?		
c.	2	5	22	1,0	0,047	0,001	0,046	Die natürliche Innenseite dem Wasser zu.
d.	4	5	24	0	0,026	0,013	0,013	
e.	4	5	24	0	0,002	0,0015		
f.	4	4	24	0	0,013	?		

In a und c wurde Hühnereiweiss unverdünnt diffundirt, in b, d, e, f jene Lösung; und zwar befanden sich dieselben bei a, b, c, d im innern Cylinder, bei e und f im äussern. Zunächst muss es auffallen, dass bei fast gleicher Dauer des Versuches und gleicher Berührungsfläche nur in einem der Fälle (c), in denen die Innenseite der Schalenhaut dem Wasser zukehrte, eine merkliche Volumsvermehrung des Eiweiss erfolgte, ja der sie bedingende Wasserstrom sehr viel bedeutender ausfiel, als in dem ihm correspondirenden Versuch (a). Während wir also in d, e und f die uns aus Früherem bekannte leichtere Permeabilität der Aussenseite der Membran dem Aufsteigen des Wassers seiner Schwere entgegen hinderlich werden und die Ausgleichung beider Flüssigkeiten nur durch die Diffusion der Salze und des Albumins erfolgen sahen, ist in c dieses physikalische Hinderniss scheinbar ausser Wirksamkeit geblieben. Dieser Widerspruch erklärt sich zunächst dadurch, dass erstens bei dem geringern Wassergehalt der natürlichen Eiweisslösung das Bestreben

des letztern (wegen der grössern Differenz der von einander geschiedenen Flüssigkeiten), Wasser aufzunehmen eine sehr viel grössere sein musste, als in den 3 folgenden Versuchen; ferner aber waren die Eiweissproben der beiden correspondirenden Beobachtungen (a und c) auch unter einander qualitativ verschieden, da letztere eine nicht unbedeutende Menge jenes wasserarmeren, gallertigen, spezifisch schwereren Eiweisses enthielt, das am Boden des Cylinders auf der Membran ruhend möglichst viel Wasser imbibirte, und da es nicht tropfbar flüssig ist, sich in die Poren der Membran einfügend, sie verengend, jenes physikalische Hinderniss für den Wasserstrom beseitigte.

Was den Eiweiss- und Salzstrom betrifft, so correspondiren den Versuchen a und b, c nnd d. In allen vieren war die spezifisch schwerere Lösung oben nnd musste natürlich in c und d, in denen letzterer ein geringerer Widerstand geboten wurde, eine grössere Neigung zeigen, seiner Schwere zn folgen. Deshalb sind auch in c und d, unter sonst gleichen Verhältnissen, sehr viel mehr Salze und Eiweiss übergegangen, als in a nnd b. Bei der Vergleichung von a und c muss jedoch stets die vorerwähnte verschiedene Beschaffenheit der Cylinderinhalte vor dem Beginne der Diffusion in Erwähnung gezogen werden; dagegen gestatten b und d einen reinen vollgültigen Vergleich; in d ist fast das Achtfache der Stoffe übergegangen. In den beiden letzten Versuchen (e und f) kommt die spezifische Schwere der Eiweisslösung nicht in Betracht, und bei der erwiesenen leichteren Permeabilität der Membran in vorliegender Anordnung des Versuchs ist dieselbe von verschwindendem Einfluss auf die Schnelligkeit der Diffusion. Diese erfolgt, als ob auf einer Eiweissschicht unmittelbar eine andere salzfreien Wassers ruht, sie wird daher sehr viel langsamer vor sich gehen, als im nmgekehrten Falle, in dem die schwerere Flüssigkeit sich oben befindet. In e und b sind gleiche Mengen gleich lange diffundirt, aber bei verschieden gerichteter Membran und bei verschiedener Lagerung der spezifisch schwe-

reren Lösung; es ist daher auch bei e weniger übergetreten als bei b, noch grösser ist der Unterschied bei e und d. f zeigt wohl einen viel geringeren Eiweiss- und Salzstrom als d, aber einen grösseren als e, dafür ruht aber auch in f nur eine 4 C.C. haltende Schicht auf dem Eiweiss, die Vertheilung des Albumins findet daher weniger Widerstand und wird schneller erfolgen müssen als in e, wo 5 C.C. Wasser auf dem Eiweiss lasten.

In einem Theil der später weiter aufzuführenden Versuche dienten Stücke des menschlichen Amnions als schliessende Membran. Dasselbe ist als epidermoidales Gebilde gleichfalls ziemlich resistent, unterscheidet sich aber doch durch seine leichtere Zerstörbarkeit von der Membrana testae. Andererseits zeigt dasselbe keine mikroskopisch nachweisbaren Poren, und eignet sich deshalb besser zu Diffusionsversuchen, wie es sich denn auch schon durch die Einfachheit seines histologischen Baues vor allen sonst zu Diffusionsmembranen gebrauchten thierischen Häuten auszeichnet. Um seine Brauchbarkeit für meine Zwecke zu prüfen, wurden zunächst kleine Stücke von der Grösse der Cylinderöffnung mit Wasser macerirt (nachdem das Amnion mehrmonatlich in Alkohol gelegen hatte). Nach 24 Stunden liessen sich kaum Spuren von Eiweiss nachweisen. Weder Salpetersäure noch Kochen brachte eine Gerinnung hervor. Jedenfalls lagen die durch Maceration demselben entzogenen Mengen organischer Substanz in den Grenzen der $^1/_{10}$ Millegramme, konnten daher, da die Diffusion nie über 24 Stunden dauerte, kaum ins Gewicht fallen.

Vergleichsweise wurden ferner fast gleiche Mengen Eiweiss einmal durch die M. testae, das andere Mal durch Amnion mit salzfreiem Wasser unter übrigens gleichen Bedingungen diffundirt. Das Ergebniss dieses Versuches war folgendes:

	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Dauer des Versuchs in Stunden.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser:		
					Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.
Amnion	2,4	32	23	1,8	0,021	0,007	0,014
M. testae	2,0	32	23	1,6	0,018	0,009	0,009

Bringt man in Anrechnung, dass nicht vollkommen gleiche Mengen Eiweiss in beiden Versuchen benutzt wurden, so wird man die kleinen Differenzen in denselben natürlich finden. Annähernd sind die Resultate sowohl betreffs des Wasserstroms, als des Eiweiss- und Salzstroms ziemlich gleich, ich glaube daher, dass man ohne erheblichen Fehler auch das Amnion zu Eiweiss-Diffusionen benutzen kann, und dass nur kaum zu berücksichtigende Mengen organischer Substanzen während des kurzen Versuchs ihm entzogen werden. Andererseits geht es aus den mit der M. testae angestellten Versuchen unzweifelhaft hervor, dass es von der grössten Wichtigkeit ist, nach welcher Richtung man den Diffusionsstrom die Membran durchsetsen lässt [1]). Ja selbst in den beiden nachfolgend aufgeführten Beobachtungen, in denen bei verschieden gerichteter Membran die spezifisch schwerere Eiweisslösung sich in dem äussern Gefässe, das Wasser im innern Cylinder befand, tritt nur in dem einen Fall ein Herabsinken des letztern unter das Niveau des Eiweisses, also ein Wasserstrom nach dem Eiweiss ein, und zwar in dem, der die natürliche Innenseite dem Wasser zukehrte. Die Versuche, die uns gleichzeitig den Werth dieser Anordnung für den Eiweissstrom kennen lehren, gestalteten sich in folgen-

1) H. Mekel (Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere. Müllers Arch. 1846. pg. 60) macht schon auf den Unterschied aufmerksam, der bei der Diffusion durch die M. testae eintritt, je nachdem man die eine oder die andere Seite derselben dem Eiweiss zukehrt. Seine nur kurzen Angaben hierüber sind durch die hier aufgeführten Beobachtungen zu modifiziren und finden in ihnen ihre Deutung.

der Art: 4 C.C. Aqua destillata wurden in 4 C.C. Eiweisslösung gesenkt, so dass beide Flüssigkeiten in gleichem Niveau standen und so 24 Stunden diffundirt. Nach Verlauf dieser Zeit war das Volum in dem Cylinder, der die glatte Innenseite nach innen hatte, um 0,2 C.C. gesunken; in dem andern blieben beide Flüssigkeiten im Niveau. In dem Wasser des erstern fand sich kaum 1 Millegramm verbrennbarer organischer Substanz, während im andern gegen 2 Millegr. übergegangen waren. In allen beiden Fällen ist so ungemein wenig Eiweiss übergegangen, dass der so unbedeutende Unterschied wohl in die Grenzen der Beobachtungsfehler fällt. Vergleichsweise stelle ich noch einen Versuch hierher, in dem annähernd gleiche Mengen ziemlich gleich zusammengesetzter Eiweisslösung, wie die ebenerwähnten, sehr viel kürzere Zeit mit Wasser aber so diffundirt wurden, dass die schwerere Flüssigkeit oben angebracht war.

Eiweissmenge in Cub.Cent.	Wassermenge in Cub.Cent.	Dauer des Versuchs in Stunden.	Volumszunahme der Eiweisslösung in Cub.Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser:			
				Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
4	4	25	0,2	—	—	0,001	Eiweiss unten, Wasser oben. Scheidewand M. testae.
4	4	25	0,0	—	—	0,002	
4	4	10	1,0	0,056	0,008	0,048	Eiweiss oben, Wasser unten. Scheidewand Amnion.
4	10	14	0,6	0,006	0,002	0,004	

Die Unterschiede sind so in die Augen springend, dass sie weiter keiner Erklärung bedürfen.

Um endlich den Einfluss kennen zu lernen, den die Verschiedenheit des hydrostatischen Druckes, unter dem die beiden geschiedenen Flüssigkeiten gleich bei dem Beginn des Versuches standen, auf die Diffusionsvorgänge ausübt, wurden in zwei Fällen gleiche Mengen Eiweiss und eine gleiche Menge Wasser gleich lange diffundirt; der eine der beiden inneren mit der Membrana testae geschlossenen Cylinder aber nur so weit in das Wasser gesenkt, dass die Eiweisslösung

noch 2 C.C. über dem Wasserniveau stand. In dem andern Falle standen beide Flüssigkeiten auf gleicher Höhe. Die Tabelle giebt die hierbei gewonnenen Resultate.

Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Druck.	Dauer des Versuchs in Stunden.	Volumszunahme der Eiweisslösung in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser: Luftrockener Rückstand. Gramm.
4	6	gleich	22	1,0	0,02
4	6	ungleich	22	0	0,02

Hiernach ist, wie ja auch zu erwarten war, die Verschiedenheit des Druckes von grösstem Einfluss auf den aufsteigenden Wasserstrom, weniger auf den zum Wasser gehenden Eiweiss- und Salzstrom, und zwar ist es a priori wahrscheinlich, dass dieser Einfluss um so geringer, je grösser der Druck ist, unter dem die Wasseratome im Aussengefässe stehen, je grösseren Widerstand sie also dem höheren Druck des Eiweisses leisten. Wurden vergleichsweise in drei Fällen ceteris paribus gleiche Mengen Eiweiss mit verschiedenen Mengen Wasser diffundirt, die sich annähernd wie 1 : 2 : 3 verhielten, so war auch die Volumsvermehrung in den Eiweisscylindern diesen proportional.

Ueber den Einfluss verschiedener Temperaturgrade auf die endosmotischen Erscheinungen stehen mir vorläufig keine vergleichenden Beobachtungen zu Gebote. Wohl aber habe ich mich bemüht, die nun ferner aufzuführenden vergleichenden Versuche unter möglichst gleichen Temperaturgraden auszuführen, so dass dieselben von keiner erheblichen Störung für die aus ihnen gewonnenen Resultate sein konnten.

Waren somit die zufälligen Einflüsse, die die Richtung und Natur der angewendeten Membranen, die spezifische Schwere der zu diffundirenden Flüssigkeiten, die Verschiedenheit des hydrostatischen Druckes, unter dem die beiden

geschiedenen Fluida standen, auf die endosmotischen Vorgänge auszuüben im Stande sind, festgestellt und als nicht ganz zu beseitigende Fehlerquellen erkannt, so wurden, um die Abhängigkeit der Diffusibilität des Eiweisses von der Gegenwart der Salze zu prüfen, zwei verschiedene Wege eingeschlagen.

1. Es wurden gleiche Mengen Eiweiss (flüssiges Hühnereiweiss oder eine künstlich verdünnte Lösung) in gleichen Zeiten, bei ziemlich gleicher Temperatur, gleichen Berührungsflächen, unter gleichem hydrostatischen Druck der geschiedenen Flüssigkeiten, aber mit steigenden Mengen Wasser diffundirt. Als Diffusionsmembran diente das Schalenhäutchen oder das Amnion; ersteres jedoch stets so, dass die natürliche Innenseite dem Eiweiss zukehrte. Das spezifisch schwerere Eiweiss wurde in den Innencylinder gefüllt. Auf diese Art musste, da bei gleicher Dauer, Berührungsflächen und Concentrationen gleiche Salzmengen übergehen, in den verschiedenen Versuchen auf der Wasserseite ein verschiedener Concentrationsgrad erreicht werden, von welchem sich, falls eben meine Vermuthung sich als richtig erwies, die Menge des übergegangenen Albumins abhängig zeigen musste.

2. In einer andern Versuchsreihe wurden gleiche Mengen Eiweisslösung ceteris paribus mit verschieden concentrirten Salzlösnngen diffundirt, und nach gleicher Dauer des Vorganges das übergegangene Albumin durch Eindampfen und vorsichtiges Einäschern bestimmt.

Es wurde möglichst dafür gesorgt, in allen diesen Versuchen durch Einstellung des innern Cylinders etwaige Druckdifferenzen auszugleichen; sie wurden ferner bei ziemlich gleichen Temperaturgraden veranstaltet. Zwei Fehlerquellen aber, die wohl die absoluten Zahlenwerthe unserer Angaben, nicht aber die relativen, auf die es uns hier hauptsächlich ankam, alteriren konnten, sind absichtlich vernachlässigt. Es sind dies einmal: der Umstand, dass das spezifisch schwerere Fluidum im Innencylinder angebracht wurde, also beschleunigend auf den Salz- und Eiweissstrom wirken musste; ferner die Benutzung des Amnions als Scheidewand. Auch dieser Umstand

konnte nur beschleunigend auf die endosmotischen Vorgänge wirken, wobei es allerdings fraglich ist, ob diese Beschleunigung für Salz und Eiweiss eine gleichwerthige ist. Gleichwohl stellte sich trotzdem, dass beide Umstände meiner Präsumtion eher nachtheilig als förderlich sein konnten, das Abhängigkeitsverhältniss der Eiweissmengen von den Concentrationsgraden der Salzlösung ganz unzweifelhaft heraus.

I. Diffusion mit verschiedenen Wassermengen.

Als schliessende Membran dient das Amnion.

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser:			
				Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
10	4	4	1,0	0,056	0,008	0,048	A.
10	4	8	1,1	0,059	0,013	0,046	B.
10	4	16	1	0,039	0,01	0,029	C.
10	4	32	1,3	0,04	0.01	0,03	D.

Als Eiweisslösung diente flüssiges Hühnereiweiss aus verschiedenen Eiern; daraus zum Theil erklären sich die kleinen Unregelmässigkeiten, da weder der Wasser- noch der Salzgehalt in dem Eiweiss von Hühnereiern constant ist. Ferner werden, wie aus Früherem erklärlich, kleine Druckdifferenzen zwischen der Aussen- und Innenflüssigkeit in A. und B. eine sehr viel grössere Fehlerquelle dadurch bieten, dass sie dem aufsteigenden Wasserstrom ein grösseres Hinderniss bieten. Gleichwohl ist selbst trotz dieser Hindernisse Wasser- und Salzstrom in allen 4 Versuchen ziemlich gleich, dagegen sehen wir die Menge des übergegangenen Albumins abnehmen mit dem Concentrationsgrade der durch den Salzstrom erzeugten Lösung im Aussengefäss:

In A hält das Wasser nach Beendigung des Versuchs
= 0,2 % Salze, 1,6 % Albumin,
in B = 0,15 % „ 0,6 % „

in C = 0,04 % Salze, 0,19 % Albumin,
in D = 0,03 % " 0,09 % "

In den nächsten Versuchen wurde eine sehr verdünnte und abfiltirte Lösung von Hühnereiweiss benutzt; dieselbe hatte auf 100 Theile
98,1 % Wasser,
0,19 % Salze,
1,71 % organische Substanz.

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Nach Beendigung d. Versuchs waren im Wasser enthalten:			
				Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
10	4	16	0,5	0,01	0,003	0,007	E.
10	4	32	0,5	0,005	0,003	0,002	F.
13	4	10	0,6	0,023	0,003	0,02	G.
13	4	16	1,6	0,015	0,003	0,012	H.
13	4	32	1,9	0,013	0,003	0,01	J.
13	4	48	1,9	0,013	0,003	0,01	K.

In der zu G, H, J und K benutzten Solution auf 100 Theile
96,4 % Wasser,
0,16 % Salze,
3,44 % organische Substanz.

Auch in den vorliegenden 6 Versuchen unterliegt der aufsteigende Wasserstrom nicht zu übersehenden Schwankungen, während der Salzstrom ein ziemlich gleicher, der Eiweissstrom dagegen sich als ein constant mit dem Concentrationsgrade der Aussenflüssigkeit abnehmender zeigt. Und zwar sind die Schwankungen im Wasserstrom am auffallendsten in den 4 letzten Versuchen, die von vornherein so eingeleitet waren, dass die Flüssigkeit im innern Cylinder unter einem etwas höhern Druck stand als die äussere In ihnen wirkte also dem aufsteigenden Wasserstrom entgegen: 1) die spezifische Schwere der innern Lösung (wie in den übrigen Versuchen); 2) der höhere hydrostatische Druck, der in allen

4 Versuchen beim Beginn gleich war. Wie schon früher gezeigt, ist dieser Widerstand um so bedeutender, je geringer die Differenz der geschiedenen Volumina, je geringer die Wasserschicht, auf die derselbe wirkt. Demgemäss steigt der Wasserstrom mit der Wassermenge im Aussengefäss. Dass übrigens der Wasserstrom in J grösser als in F, in H grösser als in E bei fast gleicher Dauer, erklärt sich aus dem geringeren Wassergehalt des zu den 4 letzten Versuchen verwendeten Eiweisses.

Auch in den nachfolgend zusammengestellten Beobachtungen wurden verdünnte Eiweisslösungen genommen:

zu L nnd M eine mit 97,3 % Wasser,
0,09 % Salze,
2,61 % organische Substanz;

zu N und O eine mit 97,9 % Wasser,
0,08 % Salze,
2,02 % organische Substanz.

Auch in ihnen ist der Salzstrom ziemlich constant, während der Wasserstrom schwankt, immer aber sinkt, wie in allen früheren Versuchen, die Menge des übergegangenen Albumins mit dem Concentrationsgrade der Salzlösung aussen. Sie gestalteten sich wie folgt:

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser:			
				Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
14	4	10	0,6	0,006	0,002	0,004	L.
14	4	16	0,6	0,004	0,001	0,003	M.
36	4	16	0,9	0,019	0,002	0,017	N.
36	4	32	1,8	0,007	0,002	0,005	O.

In M nnd N ist mit gleichen Mengen aber verschieden lange experimentirt, daher grösserer Wasser-, Salz- und Eiweissstrom in N.

Selbst wenn wir annehmen, dass die Benutzung des Amnions als schliessende Membran von störendem Einfluss für die Gewichtsbestimmung der übergetretenen Substanzen ist, so bleibt doch die Abhängigkeit der Eiweissdiffusion von dem Concentrationsgrade der Salzlösung in den bisherigen Versuchen ausser Zweifel. Immer aber können die vom Amnion herrührenden Mengen organischer Substanz bei der Kleinheit der Berührungsfläche, bei der geringen Dicke der Haut, bei der meist kurzen Dauer der Versuche (höchstens 36 Stunden) nur äusserst gering sein und kaum ins Gewicht fallen. Ausserdem wurde die Vorsicht gebraucht, dass dasselbe nach jedem Versuche erneut, oder falls es noch zu einem neuen benutzt wurde, vorher mit Alkohol und Wasser ausgewaschen, um so einer Zersetzung im Innern der Membran vorzubeugen.

II. Diffusion mit Salzlösungen verschiedener Concentration.

Sahen wir in den früheren Versuchen mit der Zunahme der Wassermenge, und dem Sinken des Concentrationsgrades der äussern Flüssigkeit am Schlusse der Beobachtung, auch die Schnelligkeit abnehmen, mit der das Albumin durch die scheidende Membran trat, so haben die nachfolgenden die Absicht, direct zu zeigen, wie dasselbe bei Benutzung verschieden concentrirter Salzlösungen um so schneller übergeht, je mehr Salze vor Beginn des Versuches in der Lösung waren. A priori ist es schon wahrscheinlich, dass die Diffusibilität des Albumins auch nach dieser Seite hin eine Grenze hat, und dass beim Ueberschreiten derselben die Schnelligkeit des Durchtritts wieder sinkt, d. h. in der Zeiteinheit geringere Mengen Albumins in sehr concentrirte, als in schwächere Lösungen übergehen. Die in dieser Richtung veranstalteten Versuche bestätigen diese Vermuthung und werden später aufgeführt werden.

Auch in den nächsten Versuchen benutzte ich das Amnion als Scheidewand; die zu ihnen benutzte Eiweisslösung hatte:

97,3 % Wasser.
0,09 % Salze,
2,61 % organische Substanz.

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	16 Cub. Cent. äussere Flüssigkeit.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs im Wasser: Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
14	4	Aq. dest.	0,6	0,004	0,001	0,003	a.
14	4	Sol. Na CO_2 0,006 %	0,4	0,008	0,002	0,006	b.

Scheidewand Membr. testae; diffundirt wurden in allen 2 C.C. unverdünntes flüssiges Hühnereiweiss.

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	146,1 Cub. Cent. äussere Flüssigkeit.	Volumszunahme des Eiweiss in Cub. Cent.	Bei Beendigung des Versuchs in der äussern Flüssigkeit: Lufttrockener Rückstand. Gramm.	Aschenrückstand. Gramm.	Organische Substanz. Gramm.	
27	2	Aq. dest.	3,5	0,02	0,005	0,015	c.
27	2	Sol. Na Cl. 1,8 %	2,1	1,63	1,26	0,37	d.
27	2	Sol. Na Cl. 3,7 %	2,1	3,934	3,503	0,431	e
		32 C.C. äussere Flüssigkeit.					
22	2	Aq. dest.	1,6	0,015	0,006	0,009	f.
22	2	Sol. Na Cl. 1,5 %	1,2	0,436	0,411	0,025	g.
22	2	Sol. Na Cl. 3 %	0,7	0,77	0,705	0,065	h.
		Scheidewand: Amnion.					
23	2,4	Aq. dest.	1,8	0,012	0,007	0,014	i.
23	2,4	Sol. Na CO_2 0,3 %	2,0(?)	0,134	0,087	0,047	k.

Die aus diesen Versuchen gewonnenen Resultate sind folgende:

1) Je concentrirter die äussere Flüssigkeit, desto geringer der zum Eiweiss gehende Wasserstrom.

Nur die Versuche i und k machen eine mir unerklärliche Ausnahme, jedoch ist es denkbar (in meinen Notizen finde ich leider hierüber keine genauere Angabe), dass ich mit Eiweissmengen verschiedenen Wassergehaltes experimentirt.

2) Mit dem steigenden Concentrationsgrade der äussern Lösung wächst auch die Schnelligkeit des Eiweissstromes.

3) Endlich stellt sich heraus, dass das endosmotische Aequivalent für das Eiweiss, d. h. der Quotient des in der Zeiteinheit übergegangenen Wassers durch die Eiweissmenge, kleiner ist, selbst in den Beobachtungen, in denen die geringste Eiweissmenge diffundirte, als das endosmotische Aequivalent für die Salze. Angenommen, dass alle verbrennbare Substanz als Albumin berechnet wird.

Es will somit scheinen, als ob entgegen den von Mialhe und Brücke gemachten Angaben über die Diffusibilität des Albumins, dasselbe sehr viel schneller diffundirt, als die ihm beigemengten Salze. Dabei ist jedoch zu erwähnen, dass wenigstens Brücke in seinen Versuchen die spezifisch schwerere Flüssigkeit in den äussern Cylinder brachte, das Gewicht derselben also nicht beschleunigend wirkte. Ferner hat Brücke die Menge des übergegangenen Albumins nicht bestimmt, sondern schliesst nur aus der schwachen Reaction des Wassers auf die Geringheit der Eiweissmenge. Mir selbst liegen nur 4 Beobachtungen vor, die ich ganz in derselben Art veranstaltete, von denen jedoch noch 3 so eingerichtet waren, dass die natürliche Innenseite der membrana testae dem Wasser die grössere Porenweite, also dem Eiweiss zukehrte. Trotzdem, dass fast gleiche Mengen Wasser und Eiweiss in jedem einzelnen Falle benutzt wurden, die Bedingungen zur Beschleunigung des Salz- und Eiweissstromes also

sehr günstig waren, traten doch nur 1 oder 2 Millegramm Eiweiss und eben so viele Salze über.

Keinenfalls aber können wir aus der geringeren Grösse der endosmotischen Aequivalente einen Schluss darauf machen, dass der eine oder der andere Körper früher diffundirte. Gegenüber den früheren Beobachtungen, die die Abhängigkeit des Eiweissstromes von der Anwesenheit der Salze darthaten, bleibt es immer fast gewiss, dass erstere jenen erst einleiteten, und es ist dabei sehr wohl denkbar, dass einem Atome Salz ein Multiplum Albumin äquivalent ist, dass daher bei Vorhandensein des ersteren, letzteres sehr viel schneller diffundirt.

Es liesse sich demnach die auf endosmotischem Wege eine Membran durchsetzende Eiweissmenge in salzfreies Wasser sehr wohl als eine Function der Zeit und der in derselben übergegangenen Salzmenge ausdrücken.

Dass übrigens nicht der Aggregatzustand, in dem das Eiweiss sich befindet, seine Zähigkeit es ist[1]), welche die Schnelligkeit seines Durchtritts behindert, und derselbe erst erfolgt, sobald die auf der Scheidewand ruhende Schicht durch den Wasserstrom in einen diluirteren Zustand übergeführt wird, geht aus der Vergleichung bereits früher aufgestellter Beobachtungen hervor, in denen bald mit unverdünntem, bald mit verdünntem Hühnereiweiss experimentirt wurde.

Dauer des Versuchs in Stunden.	Eiweissmenge in Cub. Cent.	Wassermenge in Cub. Cent.	Volumszunahme in Cub. Cent.	Nach Beendigung des Versuchs im Wasser:		Benutzt wurde als Eiweiss:
				Aschenrückstand. Gramm.	Organ. Substanz. Gramm	
10	4	4	1	0,008	0,048	Flüssiges unverdünntes Hühnereiweiss.
10	4	8	1,1	0,01	0,046	
10	4	16	1	0,01	0,029	
14	4	10	0,6	0,002	0,004	Verdünntes Hühnereiweiss, wie in den Versuchen II. a. b.
14	4	16	0,6	0,003	0,001	

1) Valentin, Physiologie des Menschen I. pg. 58.

In den beiden letzten Versuchen sind trotz dem, dass dieselben länger dauerten nnd mit dem flüssigeren filtrirten Eiweiss angestellt waren, weniger übergegangen, als in den vier ersten.

Für die im Vorigen hingestellte Behauptung, dass auch andrerseits zu concentrirte Salzlösnngen die Diffusibilität des Albumins beschränken, stehen mir nur zwei, aber sehr eclatante vergleichende Beobachtungen zu Gebote.

Es wurden die beiden grösseren graduirten Cylinder mit der M. testae so geschlossen, dass die natürliche Innenseite der Membran nach innen kehrte, und in sie 3,2 C.C. Eiweisslösung (99,6 % Wasser, 0,056 % Salze, 0,344 % Albumin) gefüllt. Der eine wurde in 20 C.C. einer vollständig gesättigten Kochsalzlösung, der andere in eben so viel einer 3procentigen Lösung desselben Salzes gesenkt, und innere und äussere Flüssigkeit unter gleichen Druck gebracht. Die Diffusion dauerte bei gleicher Temperatur 22 Stunden. Während der Zeit gingen aus der schwächeren Lösung 1,8 C.C. Wasser zum Eiweiss über, während die gesättigte dem letzteren 0,4 C. C. entzog. Die Eiweisslösung blieb in jenem vollständig klar, während in diesem auf der Membran eine wohl 0,2 C.C. haltende Schicht ungelösten Eiweisses lag, die sich jedoch bei Znsatz von Wasser wieder löste. Von den Salzlösungen wurde der grösste Theil dazu benutzt, um ihre Reactionen zu prüfen. Nur 3 Gramm von jeder wurden eingedampft und eingeäschert. In der schwächeren Lösung stellte sich nach dem Ausglühen des deutlich kohlenden Rückstandes ein Gewichtsverlust von 2 Millegramm heraus, so dass annähernd wohl angenommen werden kann, dass ein Centigramm Albumin überging. Der eingedampfte Rückstand der gesättigten Lösung schwärzte sich kaum beim Glühen und zeigte einen wenigstens schon in den Zehnteln Millegramm liegenden Gewichtsverlust. Dem entsprach auch das qualitative Verhalten der beiden Lösungen nach Beendigung des Versuchs. Kochen und Salpetersäure brachte nur in der schwächeren Lösung eine schwache Trübung hervor, wohl aber bewirkte Jod, Cyaneisenkalium, Gerbsäure einen volu-

minösen Niederschlag in der schwächeren, in der gesättigten fast gar keinen.

Eine andere Probe derselben Eiweisslösung wurde 4 Tage lang mit einer gesättigten Kochsalzlösung diffundirt, und dadurch ein sehr voluminöser Niederschlag in derselben erzeugt, während die abgegossene Flüssigkeit nur schwach auf Eiweiss reagirte. Nach Verlauf dieser Zeit wurde das Eiweiss in ein anderes mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäss gehängt, und dieses täglich erneut, bis sich der Niederschlag allmälig wieder durch Entziehung der überschüssigen Salzmengen löste.

Die bisherigen Versuche haben nur den allgemeinen Satz feststellen können, dass ein Abhängigkeits-Verhältniss zwischen Albumin und Salze existirt, und hieraus die verschiedenen sich widersprechenden Angaben über die Diffusibilität des Albumins erklären sollen. Geht man von der zweiten Versuchsreihe aus, in der Eiweiss mit verschieden concentrirten Salzlösungen in endosmotische Wechselwirkung gebracht wurde, so kann man sich dieses Verhältniss gar wohl versinnlichen, wenn man auf die Abscissenaxe eines rechtwinkligen Coordinaten-Systems die Concentrations-Werthe als x^0, x, x^1, x^2 — x^n aufträgt, und zwar sich in x^0 den Fall denkt, dass auf der Aussenseite destillirtes Wasser, in x^n eine gesättigte Lösung von Kochsalz befindlich sei. Bei beiden wird in einer bestimmten Zeit kein Eiweiss übergeben; den x^0 und x^n entsprächen also die Coordinaten y^0 und $y^n = 0$. Tragen wir weiter in x, x^1 etc. die in derselben Zeit in sie übergehenden Eiweissmengen auf als y, y^1 etc., so wird uns die Vereinigung der Endpunkte von y^0, y, y^1 etc. eine Curve geben, die in x^0 und x^n die Abscissenaxe schneidet und von x^0 ab ansteigt. Aller Wahrscheinlichkeit nach kehrt die Curve der Abscissenaxe eine concave Seite zu und wird irgendwo ein Maximum haben, das uns das Lösungsmaximum angeben würde, in welches in der Zeiteinheit die grösste Eiweissmenge diffundirte. Die Natur der Curve würde uns das Abhängigkeitsgesetz zwischen Eiweiss und Salze bestimmter normiren. Vorläufig ist eine theoretische Betrach-

tung des Herganges noch ganz unstatthaft, da wir mit zu unsicheren Gemengen experimentirten, also auch noch zu wenig den Einfluss und die Menge der dem gelösten Eiweiss beigemischten Salze kennen, uns auch nicht einmal auf eine qualitative Scheidung der im Eiweiss befindlichen Salze einlassen konnten. Aus den Versnchen von Ludwig nnd Cloetta wissen wir, dass bei der Diffnsion zweier Salze die endosmotischen Aeqnivalente beider oder doch eines derselben gewisse Beschränknngen erleiden; Aehnliches kann auch hier wirksam sein. Es wird also nicht eher daran zu denken sein, das allgemeine Gesetz für die Diffnsion des Eiweisses festzustellen, bevor wir nicht ein vollkommen reines Eiweiss haben; gelingt es, ein solches zu gewinnen, so werden nene Versuche feststellen müssen, welchen Einflnss die gleichzeitige Diffusion von Eiweiss und Salzen (nnd zwar verschiedenen) auf die Grösse des endosmotischen Aeqnivalents der letzteren, nnd welchen die Gegenwart derselben auf die Diffnsibilität des Eiweisses übt. Wir wissen, dass nicht alle nentralen Salze gleiche Löslichkeit, gleiche Diffusibilität haben, und dass sie sich auch je nach diesen Eigenschaften nicht ganz gleich gegen Eiweisslösnngen[1]) verhalten; es lässt sich daher a priori annehmen, dass auch der Einfluss derselben auf die Diffnsibilität des Albumins, falls sich eben die für die Eiweissgemenge gefundenen Resultate auch für salzfreies Albumin bestätigen, verschieden sein wird.

Es bleibt noch übrig, Einiges über das qualitative Verhalten der Eiweisslösung während der Diffusion, sowie über die verschiedenen Reactionen der sehr delnirten Eiweisslösungen der Aussenflüssigkeit und ihren diagnostischen Werth für die Anwesenheit des Albnmins nachzuholen. Die Veränderungen der Eiweisslösungen lassen sich einfach nach 3 Kategorien ordnen.

1) In allen Fällen, in denen salzfreies Wasser mit der-

1) Virchow a. a. O.



selben in Berührung kam, trübte sie sich sehr schnell, und zwar um so mehr, je concentrirter sie war, je grösser der Wasserstrom, oder je länger die Diffusion gedauert hatte. Wurde letztere unterbrochen und überliess icb die Flüssigkeit der Rube, so sank das ungelöste Albumin zu Boden, die darüberstehenden Scbicbten wurden fast vollkommen klar. Der Niederschlag löste sich, sobald durcb Verdunstung ein Tbeil des Wassers verloren gegangen, d. h. sobald wieder das richtige Verhältniss zwischen Wasser, Salz und Eiweiss hergestellt war. Er löste sich ferner auch, sobald vorsicbtig geringe Mengen Kochsalz oder kohlensaures Natron zugesetzt wurden.

2) In allen Fällen jedoch, in denen schwacbe Salzlösungen, die mit dem Salzgehalt der Eiweisslösung einigermassen im Gleichgewicht standen, benutzt wurden, blieb letztere vollkommen ungetrübt.

3) Dnrcb gesättigte Kochsalzlösung endlicb wurde, wie wir sahen, wiederum eine nicht unbeträcbtlicbe Eiweissmenge aus der Lösung ausgeschieden.

Was schliesslich das Verbalten der Aussenflüssigkeit betrifft, so brachten Kochen und Salpetersäure nur in solcben eine sichtbare Veränderung bervor, in denen einigermassen erhebliche Mengen Eiweiss übergegangen waren; wohl aber liess sich aucb in den anderen das Albumin auf diese Weise nachweisen, wenn man die Flüssigkeit vorsichtig bis auf geringe Mengen eindampfte. Quecksilbersalze, essigsaures Blei und Argentum nitricum -Lösung wiesen auch die geringsten Spuren selbst in den Fällen nacb, in welchen Aq. destillata als Aussenflüssigkeit benutzt wurde.

Ueber den Bau der Gallertscheibe der Medusen.

Von

Dr. Max Schultze, Professor in Halle.

(Hierzu Taf. XI. XII.)

Seit Ehrenbergs Untersuchungen über den Bau der *Medusa aurita* der Ostsee (Abhandlungen der Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1835) sind speziellere histiologische Details in Betreff des gallertartigen Körpers der Scheibenquallen nur sehr vereinzelt bekannt geworden, und beziehen sich die hierhergehörigen Angaben von R. Wagner (Icones zootomicae tab. XXIII. Fig. 9, 30, 31 p. 41) und die von Agassiz (Contributions to the natural history of the Acalephae of North America. 1849) fast ausschliesslich auf die Epithelial- und Muskelschichten, während die Organisation der eigentlichen Gallertsubstanz unberücksichtigt blieb. Erst ganz kürzlich und nach dem Abschluss meiner hier mitzutheilenden Untersuchungen hat Virchow (Archiv für pathologische Anatomie etc. Bd. VII. 1855. pg. 558) einige genauere Angaben über die Struktur der Gallertsubstanz der *Medusa aurita* veröffentlicht, welche die bereits von Kölliker ausgesprochene Vermuthung bestätigten, dass der Schirm der Quallen mit gewissen Formen des embryonalen Bindegewebes (Schleimgewebe Virchow) übereinstimme (Handbuch der Gewebelehre 2. Aufl. 1855. pg. 60). Meine in Greifswald zum Theil mit meinem Vater in Verbindung angestellten Untersuchungen über den Bau der *Medusa aurita*, welche an der dortigen Küste jeden Herbst in grossen Schwärmen erscheint, haben durch Vergleichung einiger mittelmeerischer Arten, welche ich in

Triest im Sommer 1853 beobachtete, eine weitere Ausdehnung und folgenden Abschluss erhalten.

Die Gallertscheibe der Medusen besteht aus 4 Schichten, von denen 3 verschwindend dünn sind. Auf der convexen obern Seite liegt ein regelmässiges Mosaik sechseckiger zarter Epithelialzellen, in welchen an einzelnen Stellen Anhäufungen von Nesselorganen eingebettet sind. Unter dem Epithelium, dessen Zellen nur eine einfache Lage darstellen, folgt die eigentliche Gallertsubstanz, welche fast die ganze Dicke der Scheibe einnimmt. Die untere concave Fläche derselben ist von einer dünnen Schicht queergestreifter Muskelfaserzellen bedeckt, welche in concentrischen Kreisen angeordnet meist bis an den Rand der Scheibe reichen, und diese tragen wieder einen dünnen Epithelialbelag, welcher dem der convexen Seite gleicht.

Wirft man eine lebende Meduse in kochendes Wasser, so trüben sich augenblicklich die Epithelialzellenschichten und die der Muskelfasern, während die Gallertsubstanz unverändert durchsichtig bleibt, und man kann jene nun leicht als zusammenhängende Häute erkennen und flockenweise abheben. Dasselbe tritt durch Einwirkung von Sublimat und zum Theil auch durch Alkohol ein. Die Oberflächenschichten lösen sich schon beim Schütteln von der mehr oder weniger durchsichtig bleibenden Gallertscheibe ab.

Die Epithelialzellen der obern und untern Fläche (Tab. XI. Fig. 1. 2.) sind zartwandige und leicht vergängliche kernhaltige Zellen. Sie liegen durch äusserst geringe Spuren von Intercellularsubstanz verbunden, nur eine Schichte bildend, aneinander, und sind meist ziemlich regelmässig sechseckig. Doch kommen auch unregelmässig gestaltete Zellen vor und an einzelnen Stellen kleine eckige Zwischenräume zwischen den Zellen, welche von Intercellularsubstanz ausgefüllt sein müssen, wenn sie nicht von abortiven Epithelialzellen eingenommen sind. In destillirtem Wasser quellen sie auf, verlieren ihre scharfen Contouren, und lösen sich, namentlich schnell die der untern Fläche der Scheibe, ab oder verschwinden durch Diffusion. So ist auch an den durch Strö-

mungen in Flüsse gerathenen Medusen, in deren süssem Wasser die *Medusa aurita* mehrere Tage leben kann, der Epithelialbelag oft nicht mehr zu erkennen. Die Kerne der Zellen sind fein granulirt, central oder excentrisch gelegen, und ebenfalls sehr vergänglich.

Auf der convexen Seite der Scheibe finden sich bei *Medusa aurita* zwischen den Epithelzellen zahlreiche kleine Häufchen von Nesselorganen (Fig. 1. a), welche als mattweisse Pünktchen auf der durchsichtigen Grundsubstanz schon mit blossem Auge wahrgenommen werden können. Es finden sich dieselben, wenn auch in verschiedener Anordnung, sehr allgemein an dieser Stelle bei den Medusen. Die Nesselorgane, welche aus kleinen hirnförmigen Bläschen mit spiral aufgerolltem Faden und kleiner Oeffnung bestehen (Fig. 3.), deren Faden beim Hervorschnellen nicht die bei *Hydra* vorkommenden Spitzen an der Basis zeigt, sind in ein Lager von kleinen granulirten Zellen mit grossen Kernen eingebettet, welches die Bildungsstätte dieser leicht verloren gehenden Organe ist. Auf die bewundernswerthe Resistenz dieser Nesselorgane gegen Säuren, selbst concentrirte Schwefelsäure, und ihre leichte Löslichkeit in Kalilauge, sowie auf einige andere chemische Reactionen habe ich bereits in meinen Beiträgen zur Naturgeschichte der Turbellarien, 1851, pg. 15 hingewiesen. Bei jungen, wenige Tage alten, eben zu Polypen auswachsenden Medusen habe ich mich auf das Deutlichste von der kürzlich von Leydig beschriebenen (Müllers Archiv etc. 1854. pg. 275) Entstehung der Nesselkapseln im Innern von Zellen überzeugen können, und hat Virchow (l. c.) bei erwachsenen Medusen Aehnliches gesehen. Denjenigen, welche stark nesselnde, lebhaftes Brennen auf der Haut erzeugende Medusen frisch zu beobachten Gelegenheit finden, möchte ich eine Prüfung der durch Zerstampfen dieser Thiere erhaltenen Flüssigkeit auf Ameisensäure empfehlen.

Dem Epithel der untern Fläche folgt eine Lage von Muskelfasern. Diese sind concentrisch um den central gelegenen Mund geordnet und reichen bei *Medusa aurita* bis an

den Rand der Scheibe. Sie stellen 0,001 — 2''' breite, sehr blasse, durchsichtige Bänder dar, an welchen man bei frisch aus Seewasser entnommenen Thieren deutliche Querstreifung (Fig, 2) erkennen kann. R. Wagner (l. c.) bildete sie von *Pelagia noctiluca* ab. Die Querstreifung wird durch Zusatz sehr verdünnter Lösung von doppelt chromsaurem Kali deutlicher (Fig. 4), auch werden die Contouren der Muskelfasern schärfer, und gelingt eine Isolirung der letzteren durch Zerzupfen. Bei Zusatz etwas concentrirterer Lösungen desselben Salzes (gr ij auf ℥j Wasser) oder von Chromsänre zerfallen nach mehrstündiger Maceration die Muskelbänder in Faserzellen (Fig. 5), welche ebenfalls noch jedoch nicht immer Spuren von Queerstreifen zeigen. Solche Muskelfaserzellen findet man an dem bezeichneten Orte auch an einigermassen gut conservirten Spirituspräparaten. Ich sah sie deutlich an einer von Prof. Burmeister gesammelten *Pelagia noctiluca*. Dieselben isoliren sich leicht, werden in Essigsäure blass, ohne dass ein Kern zum Vorschein kommt, und lösen sich in Kalilauge auf. Die Breite dieser Zellen variirt bei verschiedenen Species.

Die Muskeln der Medusen liegen nur in der bezeichneten dünnen Lage an der untern Fläche der Scheibe. Die von Ehrenberg (l. c. pg. 195) als Muskeln angesehenen röthlichen Streifen zur Seite der radiär verlaufenden Magenröhren sind nur zuzammengesetzt aus kleinen pigmentirten runden Zellen in der Wandung dieser Canäle.

Die Muskeln der Scheibenquallen sind demnach aus quergestreiften, kernlosen Faserzellen gebildet, deren Streifung jedoch nur an ganz frischen oder besonders günstig conservirten Exemplaren zu beobachten ist, und mag Agassiz, welcher (l. c.) nur von Faserzellen ohne Querstreifen spricht, letztere übersehen haben.

Ein dünner Schnitt der eigentlichen Gallertsubstanz der Scheibe von *Medusa aurita* zeigt bei mikroskopischer Untersuchung Folgendes. In einer vollständig durchsichtigen Grundsubstanz liegen eingebettet fein granulirte, zartwandige Zellen, etwa von der Grösse der Eiterzellen, aber nicht

rund wie diese, sondern nach mehreren Seiten in feine Fortsätze ausgezogen (Fig. 6). In jeder befindet sich ein runder Kern mit blassen Contouren und feinkörnig wie der Zelleninhalt. Der Abstand der Zellen von einander beträgt im Mittel das 3—4fache des Zellendurchmessers. Die feinen, nur an ganz frischen Präparaten wahrnehmbaren Ausläufer der Zellen ziehen gestreckt durch die Intercellularsubstanz den benachbarten Zellen und Zellenausläufern entgegen, um sich mit denselben zu verbinden. Hie und da theilen sie sich auf ihrem Wege. Nicht selten scheinen sie nach längerem Laufe sich auch frei in der Intercellularsubstanz zu verlieren. Wo sie sich mit den Zellen verbinden, kann man deutlich doppelte Contouren an ihnen wahrnehmen, und dass dieselben nicht bloss Lücken in der Intercellularsubstanz, sondern selbstständige Gebilde sind, zeigen solche Fortsätze, welche abgerissen wie ein contrahirtes elastisches Band gekräuselt verlaufen. Unter der Einwirkung von süssem Wasser gehen die Ausläufer der Zellen schnell ganz zu Grunde, während die Zellen selbst aufquellen unter Bildung von Hohlräumen im Innern. Die Membran schwindet und die körnige Inhaltsmasse vertheilt sich allmälig nach aussen. Der Kern nimmt an dieser Zersetzung gleichen Antheil. Dieselben Veränderungen findet man bei Untersuchung bereits abgestorbener oder im Absterben begriffener Thiere. Bei Zusatz von verdünnter Essigsäure verlieren die in unmittelbarer Berührung mit dem Reagens kommenden Zellen ihre Contour, sie scheinen nur noch durch einen Hof feinster Körnchen begrenzt. Andere, welche durch die gallertartige Intercellularsubstanz vor der unmittelbaren Einwirkung der Säure mehr geschützt sind, zeigen ein leichtes Gerinnen des Zelleninhaltes und einen stärker hervortretenden Kern. In dünner Kalilauge lösen sich die Zellen vollständig auf. Doppelt chromsaures Kali, Chromsäure, schwefelsaures Eisen-, Zink- und Kupferoxyd, Alaun, Sublimat, Alkohol, Jodtinktur bewirken ein Zusammenschrumpfen der Zellen. Der körnige Inhalt legt sich dicht um den Kern, welcher meist nicht mehr erkannt werden kann; die Fortsätze schwinden

gänzlich. Chromsäure färbt die Zellen gelb, Jodtinktur intensiv braungelb.

Ehrenberg ist der einzige, welcher diese Zellen mit ihren Ausläufern in der Gallertsubstanz von *Medusa aurita* erkannt und abgebildet hat. Er nannte die Zellen „drüsige Körper" und war geneigt die Verbindungsfäden für ein Gefässnetz zu halten. Keiner der späteren Forscher hat diese Bildung der Gallertsubstanz wieder erwähnt. Nur Virchow ganz neuerlichst beschreibt die Zellen und die Intercellularsubstanz, und vergleicht sie den entsprechenden Theilen des Knorpels, nur übersah derselbe die Zellenausläufer und ihre Anastomosen gänzlich. Nur „zuweilen" fand Virchow „gezackte Körperchen" in der Intercellularsubstanz, die er jedoch mehr für Kunstprodukte anzusehen geneigt war [1]).

Ausser den faserartigen Fortsätzen der Zellen bemerkt man in der hyalinen Intercellularsubstanz bei günstiger Beleuchtung noch ein System andersartiger Fasern, welche in mannichfacher Richtung sich durchkreuzen und mit einander verschmelzen, aber ihrer äussersten Blässe und Durchsichtigkeit halber schwer genauer verfolgt werden können. Doch gibt es Mittel, dieselben deutlicher hervortreten zu machen, wie Chromsäure und namentlich Jodtinktur, ferner die oben genannten Metallsalze. Diese Fasern zeigen sich bei *Medusa aurita*, wo sie auch Virchow (l. c.) als selbstständige Fasern erkannte, als 0,001—0,0001''' breite, zum Theil also unmessbar feine Fäden, homogen, glashell, blass contourirt. Sie laufen gestreckt in allen Richtungen, theilen sich häufig und verbinden sich unter einander unter allen mög-

---

1) Gegenbaur hat dagegen, wie ich aus einer kurzen Notiz in seinen „Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden" pg. 206 ersehe, in der Gallertsubstanz der Scheiben-, besonders deutlich aber bei den Rippenquallen durch Fortsätze anastomosirende Zellen erkannt, wie denn deren Vorkommen im gallertartigen Bindegewebe der höheren und niederen Thiere immer allgemeiner hervortritt. So finde ich das subcutane Bindegewebe junger Petromyzonten ganz aus sternförmigen anastomosirenden Zellen in hyaliner Intercellularsubstanz zusammengesetzt.

lichen Winkeln (Fig. 7). Oft verbinden sich mehrere Fasern, nachdem sie allmälig breiter wurden, zu einer äusserst blassen, homogenen Platte, in welcher die Faserrichtung durch feinste Strichelnng angedentet ist. Diese Fasern der Intercellularsubstanz stehen nirgends mit den Ausläufern der Zellen in Verbindnng, sondern sind ein ganz selbstständiges Fasersystem, welches durch die mannichfache Kreuzung, Theilung nnd Verschmelzung seiner Elemente cin areoläres Maschengerüst in der Intercellularsubstanz darstellt, welches der fast flüssigen Masse Festigkeit und Elastizität verleiht, welche letztere sich denn auch steigert, je vollkommener dieses Fasernetz entwickelt ist, wie z. B. bei den Rhizostomen. Dass die hyaline Intercellnlarsubstanz selbst nicht die knorpelartige Consistenz der Scheibe mancher dieser Medusen bedingt, sondern nur eine weiche halbflüssige Masse ist, zeigt das Verhalten einzelner der beschriebenen Fasern, die ich oft ganz frei in weiten Strecken aus der umgebenden Snbstanz hervorragen oder abgerissen im Innern der Intercellularsubstanz gekräuselt und korkzieherförmig gewnndcn sah. Wenn es bei *Medusa aurita* nur selten gelingt, vollkommen deutliche Uebersichten über grössere Strecken des Faserverlaufes zu gewinnen, so ist dies bei den consistenteren Arten sehr leicht. Bei *Rhizostoma Cuvieri* und einer grossen, braunen, dem *Rh. Aldrovandi* verwandten Meduse sah ich die Anordnnng der Fasern in überraschender Deutlichkeit. Fig. 8 stellt einen Theil der Gallertsubstanz jenes braunen Rhizostomas dar, wie sie sich in verdünnter Lösung von doppelt chromsanrem Kali, die vortrefflich zur Conservirung der Medusenkörper dient, erhalten hat. Bei *Rhizostoma Cuvieri* finde ich die sich verbreiternden und in blasse Fibrillen sich anflösenden Fasern nicht so constant zu breiten Platten verschmolzen, sondern öfter in pinselförmiger Ausstrahlnng in die formlose Intercellularsnbstanz ausgebend (Fig. 9). Auch zeigen hier die Fasern sehr gewöhnlish das Ansehn, als scien sie hohl, indem die doppelten Contouren auf einen centralen Kanal deuten. Virchow erwähnt eine ähnliche Bildung bei den breiteren Fasern der *Medusa aurita.*

Das chemische Verhalten dieser Fasern ist sehr eigenthümlich. Aus einer eiweissartigen Substanz bestehen sie nicht, und bei mehrstündigem Kochen geben sie keinen Leim. Chromsäure, Alkohol, Jodtinktur und die oben genannten Metallsalze lassen, wie bereits angeführt wurde, die Fasern deutlicher erscheinen. Verdünnter heisser Essigsäure widerstehen sie, dagegen lösen sie sich in Kalilauge schnell. Getrocknet schwinden sie nicht, sondern lassen sich nach dem Aufweichen in Wasser wieder erkennen.

Dass die Gallertsubstanz der Medusen dem feineren Baue nach zu den Bindewebegebilden zu rechnen sei, kann kaum einem Zweifel unterliegen, und hat, wie schon erwähnt, auch Virchow und früher vermuthungsweise Kölliker sich dahin ausgesprochen. Die in einer mächtigen Intercellularsubstanz zerstreut liegenden, durch Ausläufer unter einander zusammenhängenden Zellen sind zu charakteristisch für gewisse Entwickelungszustände des Bindegewebes, als dass vom histologischen Standpunkte aus ein Bedenken geäussert werden könnte. Weniger vollkommen passen die chemischen Eigenthümlichkeiten. Die Intercellularsubstanz gibt weder Leim noch enthält sie Schleim wie im gallertartigen Bindegewebe der Whartonschen Sulze und im Glaskörper. Die geringe Menge von organischer Substanz, welche man in der durch Zerreiben von Medusen erhaltenen und filtrirten Flüssigkeit findet, wird nicht gefällt durch Kochen, durch Essigsäure, Kaliumeisencyanür und -cyanid, schwefelsaures Eisenoxydul und Oxyd, schwefelsaures Kupferoxyd, Alaun, Jodtinktur, dagegen stark gefällt durch Gerbsäure. Dieselben Reactionen erhielt ich, als ich die durch Quirlen von 4 Medusen, aus denen die Eierstöcke oder Hoden vorher entfernt waren, erhaltene Flüssigkeit bis auf $^1/_6$ ihres Volumens bei 50—60° C. eindampfte. Die Menge der Salze in dieser Flüssigkeit ist sehr bedeutend, und fand ich bei einer qualitativen Untersuchung alle im Meerwasser in einiger Menge enthaltenen Salze in derselben wieder. Die auf dem Filtrum zurückgebliebene feste Substanz der Medusen aus Nesselkapseln,

Epithelien, Muskelfasern, Zellen und Intercellularfasern, letztere in grösster Menge, bestehend, wurde mit verdünnter Kalilauge bei 50—60° C. behandelt. Der grösste Theil löste sich. Die Lösung wurde durch Essigsäure nicht getrübt, Kaliumeisencyanür und -cyanid gaben in der mit Essigsäure versetzten Flüssigkeit einen geringen Niederschlag (eiweissartige Substanzen), Gerbsäure wieder einen sehr starken Niederschlag.

Die Gallertsubstanz der Medusen mit dem in neuerer Zeit auch zu den Bindegewebegebilden (Schleimgewebe Virchow) gerechneten Glaskörper zu vergleichen, liegt der ähnlichen Consistenz wegen besonders nahe. Auch finde ich die von Bowmann beschriebenen, durch Ausläufer anastomisirenden Zellen, welche Virchow nur ein einzig Mal sah (Archiv f. patholog. Anatomie Bd. V. pg. 278), recht häufig in den Glaskörpern junger Thiere, namentlich leicht in der Gegend der Zonula Zinnii, deren Fasern mir auch mit den Intercellularfasern der Medusengallerte, genetische und chemische Verwandtschaft zu besitzen scheinen.

Eine auffallende Aehnlichkeit in chemischer wie histiologischer Beziehung findet sich auch zwichen den Fasern des ligamentum pectinatum iridis des Menschen und den Fasern der Gallertsubstanz der Medusen.

Erklärung der Tafeln.

Vergrösserung 500.

Tab. XI. Fig. 1—7 von *Medusa aurita.*

Fig. 1. Epithelialüberzug der convexen Oberfläche der Scheibe, a. Nesselorgane in einem Lager junger Zellen.

Fig. 2. Epithelialüberzug der concaven untern Fläche der Scheibe, die darüber liegenden quergestreiften Muskelfasern nur unvollständig bedeckend.

Fig. 3. Nesselorgane: a. im ausgestreckten Zustande; b. mit einem spiral aufgewundenen Nesselfaden, von der Seite gesehen; c. von oben gesehen.

Fig. 4. Muskelfasern durch Behandlung mit verdünnter Chromsäure isolirt.

Fig. 5. Muskelfasern durch Behandlung mit einer etwas concentrirteren Chromsäurelösung in Faserzellen zerlegt.

Fig. 6. Zellen der Gallertsubstanz mit ihren unter einander anastomosirenden Ausläufern, im frischen Zustande.

Fig 7. Ein Stückchen der Gallertsubstanz mit Jodtinktur behandelt. Die Zellen sind geschrumpft, die Ausläufer gar nicht mehr sichtbar, dagegen treten jetzt die vorher kaum erkennbaren Intercellularfasern in ihrem Netzwerk deutlich hervor.

Tab. XII. Fig. 8. Gallertsubstanz eines grossen braunen *Rhizostoma* von Triest nach Behandlung mit verdünnter Lösung von doppelt chromsaurem Kali. Die Ausläufer der Zellen sind gänzlich geschwunden, die Intercellularfasern dagegen mit grosser Deutlichkeit erkennbar.

Fig. 9 wie 8 aber von *Rhizostoma Cuvieri*. Beide Abbildungen sind von dünnen Schnittchen aus der Wurzel der 4 grossen Tentakeln entnommen, an welchen Stellen die Breite der Fasern über die mittlere derjenigen der eigentlichen Gallertscheibe überwiegt.

Ueber spontane Bewegung der Muskelfibrille.

Erwiederung

von

Prof. MAYER.

Herr Prof. Schultz-Schultzenstein hat (d. Archiv 1855. Nr. 3. pg. 265) meine Ansprüche auf die Priorität der Beobachtung einer spontanen Bewegung der Muskelfibrillen (d. Archiv 1854. Nr. 3. pg. 214) in Abrede gestellt und behauptet, dass von solcher Beobachtung nichts in meinen Schriften stehe. Ich habe damals, aus Liebe zur Kürze, meine Beobachtungen nicht wörtlich angeführt, und es wird, glaube ich, hinreichend sein, meine gemachten Ansprüche auf frühere Wahrnehmung einer spontanen oscillatorischen Bewegung der Muskelfibrillen zu begründen, wenn ich solches hier nachträglich unternehme.

In meiner Schrift: „Die Metamorphose der Monaden, Bonn 1840. pg. 7" (nicht „Elementarorganisation des Seelen-Organes pg. 7", wie ich unrichtig citirte) findet sich folgende Stelle, nachdem von automatischen Bewegungen der Monaden des Parenchyms der Organe unter dem Mikroskope die Rede war:

„Eine andere mir öfter vorgekommene Erscheinung ist diese: Ein oder mehrere sehr feine Muskelbündel vom Frosch von $^1/_{300}$''' Querdurchmesser beugen sich bogenförmig und richten sich wieder, gerade sich streckend, auf, mehremal hinter einander so oscillirend, also fortgesetzte Contraction und Expansion."

In meinem Aufsatze, die Beobachtung Hannovers und Mandls, die oscillatorische Bewegung der Nervenfibrillen des Blutegels betreffend, in Frorieps Notizen 1847, Nr. 7. Januar, sage ich:

„Es lässt sich dieselbe Bewegung auch an den einzelnen Muskelbündeln des Blutegels wahrnehmen, welche ich in dieser Hinsicht der mikroskopischen Untersuchung unterwarf und daran eine abwechselnde, pendelartige Bewegung, nur langsamer und leiser als bei den Nervenfibrillen, bemerken konnte.“

Es erscheint mir übrigens wahrscheinlich, dass die oscillatorische Bewegung der Nervenfibrillen, wenn auch meistens kaum deutlich wahrnehmbar, das excitirende Moment für die oscillatorische Bewegung der Muskelfibrillen, das ἐνορμῶν derselben, enthalte. Dagegen bin ich nicht dafür, im Nervensytem selbst mit Marshal Hall besondere excitirende Fasern anzunehmen, und möchten die Wörter excitirende Nervenfasern und Reflexbewegung (statt des frühern Reactionsbewegung) nur erfunden sein, um aus alten Büchern neue zu machen.

Ueber die Entwickelung der Neunaugen.

Ein vorläufiger Bericht

von

August Müller.

Das Vorkommen des kleinen Neunauges in unseren Gewässern eröffnete mir die Aussicht auf die Entwickelungsgeschichte eines Cyclostomen, welche mir zum Verständniss so origineller Formen als wünschenswerth erschien. Daher beobachtete ich diese kleinste Art der ganzen Gruppe zuerst in ihrem natürlichen Aufenthalte.

Die Thiere erscheinen plötzlich zur Laichzeit; man findet sie alsdann bekanntlich in klaren Bächen, wo sie zwischen Steinen hinschlüpfen und, an diesen sich festsaugend, im starken Strome flottiren. Nach der Laichzeit verschwinden sie, so dass ich aller Nachsuchungen ungeachtet keine Spur von ihnen aufzufinden vermochte; nur sah ich einige ihrer Leichname im Wasser umhertreiben.

Alle Individuen, welche ich sah, schienen ihr Wachsthum vollendet zu haben. Andere Thiere, Frösche, Fische beliebiger Art sieht man und fängt man in den verschiedensten Grössen. Junge Neunaugen suchte ich vergebens, und Niemand kennt sie. Ich dachte an Zugfische; und doch in so kleinen Bächen! Woher kommen sie? wohin gehen sie? Wie pflanzen sie sich fort? — Diese seltsamen Erscheinungen setzten mich in eine Spannung, und machten mich bereit, mit Nachsetzung anderer Arbeiten meine Zeit zur Ergründung dieser Geheimnisse zu verwenden.

Querder finden sich im selben Wasser, und überall sind sie mit den Neunaugen zusammen. Sie haben durchsichtige Eier;

die Neunaugen undurchsichtige. Ich hoffte an den einen zu sehen, was mir an den anderen entgehen würde, und gedachte zwei Entwickelungsgeschichten zu geben. Sie sind mir zu einer verschmolzen. —

Eines Tages sah ich kleine Neunaugen in Schwärmen von zehn Stück und mehreren beisammen. Ich brauchte diese Conventikel nicht lange zu beobachten, um zu sehen, wie ein Individuum auf ein anderes losging, sich am Nacken desselben festsog, und in einer halben Windung zur Unterseite herabgebogen sich mit ihm begattete. Hierbei gelang es mir wiederholt, die Eier, welche dabei immer nur theilweise abgehen, mit der Hand aufzufangen. Eine Immission konnte ich nicht bemerken; sie kann auch wohl bei keinem Thiere stattfinden, bei welchem Befruchtung und Ausstossung der Eier zusammenfallen. Sind den Weibchen die Eier alle entschlüpft, so sieht man nicht selten die Spur der Anheftung der Männchen dicht hinter den Augen als einen Fleck markirt. Beide Geschlechter haben nun ihren Zweck erfüllt; sie sind was man effoetus nennt.

Die frisch gelegten Eier haben wenig unter 1 Mm. Durchmesser, sind weiss, schwach gelblich und stecken in einer dünnen schleimigen Hülle, welche selbst nach dem Aufquellen im Wasser nur bei aufmerksamerer Betrachtung zu sehen ist. Die Furchung betrifft das ganze Ei wie bei den nackten Amphibien, und beginnt circa 10 Stunden nach der Befruchtung. Die Theilungseinschnitte sind, so lange sie in der Bildung begriffen, klar sichtbar; ist aber die Trennung geschehen, so erhält das Ei wieder eine fast kugelige Oberfläche, und scheint zu ruhen, bis eine neue Scheidung beginnt. Dann schneidet nicht blos die neue Trennungslinie die Eikugel ein, sondern auch die alten treten mit der früheren Schärfe wieder auf. Denn jeder Theil strebt die Kugelform anzunehmen und drängt sich um sein neues Centrum [1]):

---

1) Zum Härten der in der Furchung begriffenen Neunaugen- und Froscheier, welche letzteren ich zur Vergleichung untersuchte, auch zu einigen späteren Präparationen, fand ich verschieden starke Lösun-

Die dritte Furche, welche gegen das Ende des ersten Tages sich zu bilden pflegt, liegt dem einen Pole, in welchem die beiden ersten Furchen sich schneiden, bedeutend näher. Das kleinere Stück entwickelt den Embryo, zeichnet sich aber durch eine Pigmentbildung vor dem grössern Theile nicht aus. Die Furchungszellen des kleinern obern Theiles stehen gegen die des untern Stückes in Grösse ebenso zurück als bei den Fröschen. Eine innere Höhle entsteht; der obere Theil, die Grundlage des Embryo, ist aus kleinen Stückchen gewölbt, und deckt die Höhle alsbald wie eine dünne Platte, während der untere Theil aus grossen Massen besteht. Die innere Höhle verkleinert sich, und zieht sich immer mehr nach dem Kopfende zurück.

Unterdessen plattet sich das hintere Ende des Eies ab und zeigt oben an dieser abgeflachten Stelle alsbald eine Oeffnung (anus); sie ist von unten her über eine Ebene hin zugänglich, dagegen nach oben und seitlich von einem grossen Wulste hufeisenförmig umgeben. Von der Analöffnung gelingt es dann bald, einen engen Canal unter der Rückgratsgegend, an der sich die Centraltheile des Nervensystemes zu erheben beginnen, bis über die Mitte des Eies hinaus zu verfolgen.

Gehirn und Rückenmark wachsen nun stärker hervor, und sind in der Mittellinie durch die bekannte Furche getrennt, welche nach kurzer Dauer sich wiederum schliesst: an ihrer Stelle erhebt sich ein ziemlich scharfer Grat. Die Wirbelsaite geht nach vorn zu keiner Zeit weiter als zwischen die Ohrlabyrinthe. Ihr Inhalt sieht gegen die Zeit des Ausschlüpfens

---

gen von schwefelsaurem Kupfer sehr geeignet, sowohl wegen der Klarheit der Umrisse, welche sie geben, als wegen der leichten Sprengbarkeit der Eihüllen, welche sie veranlassen: ich kam darauf von der bekannten Wirksamkeit des Eiweisses bei Kupfervergiftungen. Dies theilte ich Herrn Dr. **Remak** sogleich mit, weil ich ihm dieses Hülfsmittel zu seinen damaligen Untersuchungen der Froscheier wünschte, der auch das Mittel sehr anerkannte. Ich führe dies nur an, weil aus **Remaks** Mittheilung in diesem Archiv 1854, pg. 375 u. flg. der Ursprung dieses Mittels nicht hervorgeht. — Es lässt allerdings mannigfaltige Variationen zu (so auch die Mischung mit Chromsäure), welche man sich nach dem jedesmaligen Zwecke ausprobiren muss.

der Jungen streifig aus, wie ich das auch an einigen Embryonen von Knochenfischen bemerkt habe. Die Streifen bestehen aber bei den Neunaugen aus an einander gereiheten Zellen, die theilweis oder ganz von einander getrennt sein mögen.

Der Kopf wächst heraus und zeigt an den Seiten zwei Auftreibungen; nicht etwa die Augen, sondern die ersten Visceralfortsätze. Ein Spalt trennt sie noch in der Mittellinie. Ueber ihnen senkt der Mund sich ein, und etwas höher bemerkt man später in derselben Ebene die Nasenöffnung. Die Fläche, auf welcher sie liegt, biegt sich nach vorn und dann nach oben um, so dass die Nasenöffnung von der Bauchseite zur Rückenfläche nach und nach hinaufrückt.

Der hintere Theil des Körpers ist unförmlich dick, wie der Bauch eines sehr jungen Vogels; er enthält den blasenförmigen Darm, welchen noch Furchungszellen erfüllen. Ein Dottersack ist niemals vorhanden.

Die Bewegungen des langen Halses beginnen, man findet an seiner Basis das Herz stets ohne pulsirenden Bulbus, und das Thier sprengt etwa am 18ten Tage nach der Befruchtung das Ei. Der Fötus ist jetzt noch undurchsichtig, weiss; nach und nach klärt sich seine Masse auf, so dass man die Blutbewegung erkennt, wobei sich jedoch auch Pigment entwickelt.

Das Gehirn und Rückenmark haben die Gestalt eines nach vorn verdickten Fadens, an welchem Einschnürungen entstehen. Die Augen erscheinen als dunkele Punkte an den Seiten des Gehirnes.

Am Halse befinden sich 8 Visceralspalten, deren vorderste, schon durch ihre Richtung verschieden, sich bald wieder schliesst. Der Meckel'sche Knorpel, welcher sie nach vorn begrenzt, entwickelt nie einen Unterkiefer, dessen Mangel bei den Cyclostomen J. Müller aus der vergleichenden Anatomie schon erwiesen hat. Die Mundhöhle senkt sich tief ein und tritt mit der Kiemenhöhle durch eine anfangs sehr kleine Oeffnung in Verbindung.

Der Darm erhält sich am längsten dunkel und undurchsichtig; hat er sich mehr aufgehellt, so besteht er gleich dem Darme der Frösche aus einer feinen Membran, welche mit

einem sehr langen stabförmigen Epithelium besetzt ist. Im Querschnitte sieht man, dass längs der Rückenfläche des Darmes eine weite und flache Falte sich einsenkt, welche ein Gefäss wie eine Rinne aufnimmt. Die Ureteren steigen an der Dorsalseite des Darmes herauf und bilden nur wenige Verzweigungen, in welchen man Flimmerbewegung bemerkt. Im Munde entstehen an der Rückenwand vor dem Mundsegel erst zwei, dann mehrere papillenförmige Erhabenheiten.

Nun zieht ein Organ die Aufmerksamkeit auf sich, welches in der Kehlgegend vor dem Herzen in der Körperwand liegt. Es erscheint als ein langes Ovale, scharf begrenzt, einem Bläschen ähnlich, in der Mittellinie getheilt, und wird zur Muskulatur des Saugapparates, welcher die Neunaugen vor den Querdern auszeichnet.

Das Thier ist jetzt in seinen Grundtheilen aufgebauet; die Augen bleiben punktförmig klein, im Munde entwickelt sich ein muskulöses Segel, welches das Wasser nur ein- nicht auslässt. Jene Papillen an der Rückenfläche des Mundes mehren sich der Zahl nach und treiben Verästelungen; sie bilden ein Gitterwerk, welches, wie die Borsten an den Stigmata der Insekten, und gleich dem Gitterwerke im Munde des *Branchiostoma*, fremden Körpern den Eingang verwehrt.

In dieser Periode war ich überrascht durch die grosse Aehnlichkeit mit den Querdern. Es interessirte mich, zu sehen, wie diese Neunaugen-Fötus in einer Lebensepoche so ganz dem im Systeme benachbarten Thiere gleichen, dass ich mich vergeblich bemühete, einen haltbaren Unterschied zu finden. Nun er wird kommen, dachte ich; er kam aber nicht. Die Sache wurde mir verdrüsslich, denn ich erklärte sie mir durch meine Ungeschicklichkeit. Da aber der Herbst mit seinem rauhen Wetter eintrat, ohne dass meine Thierchen auch nur Miene machten, sich meinen Erwartungen zu fügen, da wusste ich nichts Besseres zu thun, als meine Vorstellungen ihnen anzupassen, und gab dem Gedanken Raum, dass sie wirkliche und echte Querder seien. Die Querder haben aber doch schöne durchsichtige Eier, auf deren Beobachtung in der Entwickelung ich mich schon gefreuet hatte. — Meine jungen,

durch künstliche Befruchtung entstandenen Neunaugen hatten indessen auch dergleichen, und Zoospermien hatte ich in den künstlich erzeugten und in den wilden Querdern nicht auffinden können. Somit war dieser Gegengrund beseitigt. Dann machte ich mir weiter den Einwurf, dass, wenn die Querder die Larven der Neunaugen seien, es so viele Querder- als Neunaugen-Arten geben müsse, und doch fand ich nur von einem Kunde.

Da die Flussneunaugen in unseren benachbarten Hauptströmen sehr häufig vorkommen, so unternahm ich im Sommer 1854 eine Reise, den Querder der Flussneunaugen zu suchen, und fand ihn wirklich am ersten Tage nach meiner Ankunft, geleitet durch die nähere Bekanntschaft mit seinem hiesigen Vetter. Diese Querder gleichen einander so sehr, dass es mir erklärlich wurde, wie ein so gewöhnliches Thier im Systeme fehlen konnte. Beide haben auch die Gallenblase, wiewohl sich diese nur bei dem kleinen, nicht bei dem Flussneunauge findet. Sie unterscheiden sich in der Form der Mundöffnung. Beide Querder haben auch die Gehörsteine, welche ebenfalls nur bei dem kleinen Neunauge bleibend sind. Sie brausen mit Säuren auf. Mit den Seeneunaugen hatte ich weniger Glück; sie kommen hier nur als Seltenheiten vor, und eine Reise längs der Elbe ist ohne Resultat geblieben.

Indessen hatte ich nun volle Gewissheit, denn auch meine künstlich erzeugten und erzogenen Neunaugen hatten zwei Jahre in der Gefangenschaft gelebt, ohne sich zu verändern. Sie gleichen vollkommen den wilden Querdern, nur waren sie klein und verkümmert wie Treibhauspflanzen. Sie starben mir durch einen unglücklichen Umstand im 25sten Monate.

Es blieb mir nun noch übrig, der Sache von der anderen Seite beizukommen und die Querder in der Verwandlung aufzufinden. Das ist mir denn auch in diesem Jahre nach vielen Bemühungen gelungen.

Die Querder, welche ich in der Metamorphose betraf, waren schon vorgeschritten, liessen jedoch den intermediären Standpunkt noch klar erkennen. Der Silberschein der Haut, der das Neunauge vor dem Querder schmückt, war schon

merklich, auch sah man die Rückenflosse verlängert. Das Auge war auf den ersten Blick zu finden, denn es hatte im Durchmesser $^3/_5$ vom Auge des kleinen Neunauges, sah aber bei einigen Individuen noch trübe aus, so dass man die Iris nicht deutlich hindurch erkennen konnte; bei anderen war es bereits völlig klar.

Die Mundöffnung war zu einer stumpfen Spitze hervorgewachsen und zugleich verengt. Der senkrechte Durchmesser der äussersten Mundöffnung betrug beim Querder $3^1/_2$ Millimeter; während der Metamorphose 3; bei dem ausgebildeten Thiere vom Frühjahre $5^1/_2$. Das anfängliche Zurückschreiten und spätere Fortschreiten der Grösse der Oeffnung erklärt sich daraus, dass die kesselförmige Erweiterung, welche bei den Neunaugen ganz vorn liegt, und erst durch das Wachsthum der Lippenknorpel entsteht, hier noch nicht ausgebildet war, und dass daher die verengte Mundöffnung ihrer Grösse nach dem hinter dem Kessel gelegenen Isthmns entspricht. Dagegen gibt die Entfernung des Nasenloches vom vordersten Rande der Mundöffnung mit der Entwickelung gerade fortschreitende Zahlen. Die Entfernung beträgt bei dem Querder $4^1/_2$ Mm.; in der Metamorphose 6—7; bei dem entwickelten Neunauge 9. Der Spalt, welcher die Oberlippe der Querders von der Unterlippe trennt, war bei einigen Thieren noch ganz deutlich vorhanden, bei anderen schon völlig geschwunden, so dass die äusserste Mundöffnung ganz rund erschien.

Das Gitterwerk des Mundes hatte sich auf längliche Papillen reducirt, die aber noch keine Hornbewaffnung trugen. Das Mundsegel, welches den Neunaugen bekanntlich fehlt, war bei einigen Exemplaren noch vorhanden, und zwar bei denen am grössten, welche den Spalt zwischen Ober- und Unterlippe am deutlichsten zeigten; hatte sich die Mundöffnung völlig abgerundet, so hatte auch das Mundsegel bis auf ein kleines Ueberbleibsel abgenommen.

Das oben erwähnte laugeiförmige Organ der Embryonen im Boden der Kiemenhöhle, aus welchem der Saugapparat der Neunaugen entsteht, ist schon von Rathke in den Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt IV. pg. 79. bei dem erwachsenen

Querder bemerkt und auch treffend genug gedeutet worden; er vergleicht es dem grossen Muskel, der bei den Pricken den schwerdtförmigen Zungenknorpel einschliesst. Es war bei diesen in der Verwandlung begriffenen Thieren noch nicht in Thätigkeit, da sich keines derselben durch Ansaugen fixirte.

An den äusseren Kiemenöffnungen waren die Klappen des Querders, welche dem Wasser nur den Ausgang gestatten, geschwunden, und die Furche, welche diese Oeffnungen verbindet, war fast ausgeglichen. Bei den schon weiter entwickelten waren die äusseren Kiemenlöcher durch einen Saum garnirt wie ein Knopfloch. Die inneren Kiemenöffnungen waren verengt, aber weiter als die der Neunaugen. Bei dem Querder misst die innere Kiemenöffnung des 4ten Kiemensackes von vorn nach hinten 2 Mm.; in der Metamorphose $1\frac{1}{3}$; beim Neunauge 1.

Das Speiserohr hat seinen Eingang bei den Neunaugen bekanntlich vorn am Anfange des bronchus und geht über diesem unter der chorda nach hinten. Dem Querder fehlt dieses über dem bronchus liegende Stück, denn seine Schlundöffnung ist, ähnlich der der Knochenfische, am hintern Ende der Kiemenhöhle befindlich; sie wird hier von zwei Lefzen eingefasst, und bildet eine von der Rücken- zur Bauchseite gehende Spalte. Von dieser ab verengt sich die Speiseröhre kurz trichterförmig. Ein von Rathke l. c. pg. 84. beschriebener Faden, welcher an der Rückenfläche der ganzen Kiemenhöhle in der Mittellinie verläuft, geht nach hinten bis in die spaltförmige Schlundöffnung an deren Dorsalende ein, und verliert sich hier in der Wand des Schlundes. Gerade so wie diesen Faden sehe ich bei den in der Verwandlung begriffenen Thieren die Speiseröhre gelegen. Einen Ueberrest der Schlundspalte konnte ich nicht klar mehr erkennen. Ob der Rathkesche Faden es ist, der das Material zu diesem neuen Stücke gibt, habe ich aus seiner Lage vermuthet, weiss es aber nicht, weil ich die früheren Stadien noch nicht gesehen habe. Gegen diese Vermuthung schien der Umstand zu sprechen, dass der fragliche Faden an den Stellen, wo er zwischen je zwei Kiemenlöchern liegt, nach der Bauchfläche ausgebuchtet ist. Jedoch finde ich

an dem Speiserohre der in der Verwandlung begriffenen Thiere an den ähnlich liegenden Stellen auch Erweiterungen um etwa $1/3$ des Durchmessers, welche bei den fertigen Thieren wieder ausgeglichen sind, was die Bestätigung jener Vermuthung gibt.

Der Herzbeutel ist gebildet, ist aber im Vergleich zu dem des vollendeten Thieres sehr zart und zerreissbar. Die vorderen Knorpel des Mundes, welche J. Müller treffend als Labialknorpel bezeichnet, waren ebenfalls noch nicht ganz fest, zeigten aber doch die Knorpelzellen schon klar, die ich im Herzbeutel an Weingeistexemplaren kaum erkennen konnte, wogegen sie, wie sich versteht, bei den ausgebildeten Thieren an beiden Orten sehr leicht erkennbar sind.

Die Eier der Eierstöcke waren durch Fettablagerung bereits weiss und undurchsichtig geworden wie eine Emulsion, und liessen das Urbläschen leicht erkennen. In den Hoden waren Zellen entwickelt zur Zoospermienbildung. Der Darm war merklich verengt.

Die Verwandlung schreitet rasch vor. Von den Thieren wurden mehrere in einem Fischkasten aufbewahrt, und schon nach 10 Tagen war von dem Spalte, der die Oberlippe von der Unterlippe trennte, kaum noch eine Spur vorhanden, und die Augen aller waren klar geworden. Noch 16 Tage später sah man bereits die gelben Zähne bei mehreren Thieren, nnd der Saugapparat war in Thätigkeit, jedoch noch ohne die gewohnte Energie, welche ich auch noch 4 Wochen später vermisste.

Nach veränderter Form ändert das Thier die Lebensweise. Die blöden Augen der Querder sind lichtscheu, denn die Thiere suchen, in Gefässen gehalten, immer den dunkelsten Ort; ist der Boden mit Sand bedeckt, so wühlen sie sich, wie sie das auch im Freien thun, in den Grund ein, so dass sie nur theilweis sichtbar bleiben, oder auch ganz verschüttet werden, und respiriren das Wasser unter dem Schutze ihres Gitterwerkes. Sie leben von dem, was ihnen so in den Mund läuft, ähnlich dem *Branchiostoma*, und haben Flimmerepithel im Schlunde. Schalen von Bacillarien fand ich bei allen Querdern, die ich hierauf untersuchte. Die ausgebildeten Thiere dagegen suchen

mit ihren grossen Augen das Licht; sie schwimmen im klarsten Wasser, verkriechen sich jedoch bei rauhem Wetter. Der Saugapparat ist das Mittel, durch welches sich die Neunaugen im Strome fixiren, auch gebrauchen sie ihn zum Festhalten bei der Begattung.

Was die Veränderung in der Stellung der Schlundöffnung leistet, welche beim Neunauge um die Länge des bronchus vorgerückt ist, lässt sich beurtheilen, wenn man erwägt, dass diese Thiere von kleinen festen Körperchen, Infusorien etc. leben, welche im Wasser fortgeschwemmt werden. Solche Theile setzen sich im Wasser da aus dem Strome ab und bleiben liegen, wo sich der Strom am ruhigeren Wasser begrenzt, oder die Bewegung geringer ist. Der Strom des zu respirirenden Wassers geht durch die Mundöffnung des Querders ein, theilt sich in der Mittellinie und geht nach rechts und links durch je sieben Oeffnungen hinaus. Der Ort, wo sich die fortgetriebenen Körperchen absetzen, liegt hinten im Theilungswinkel der Ströme zum letzten rechten und linken Kiemenloche. Dort befindet sich die Schlundöffnung. Die Neunaugen dagegen schliessen durch das Ansaugen ihre Mundöffnung. Daher strömt das Wasser durch die Kiemenlöcher, welche ihre Ventile verloren haben, ein und aus. Vor dem ersten Kiemenloche bleibt ein Blindsack, in welchen das Wasser einprallt, weil die Kiemenlöcher schräg von hinten und aussen nach vorn und innen eindringen, und da beginnt das Speiserohr des Neunauges, welches seinen Trichter nach vorn richtet. Die Entwickelung des Saugapparates bedingt daher die Verlegung des Einganges in das Speiserohr.

Somit ist nachgewiesen, dass aus den Neunaugen die Querder entstehen, und dass die Querder zu Neunaugen werden. So sind denn auch die Querder, wo sie sich im Systeme blikken lassen, wegen Führung des falschen Namens anzuhalten, und als Unmündige ihren respectiven Eltern zu unterstellen. Der Name *Ammocoetes* kann fortan nur die Larven der Neunaugen bezeichnen, wie *Gyrinus* die der Frösche.

Das Wesentliche der Metamorphose der Thiere liegt, wie mir scheint, in der Entstehung provisorischer Apparate, welche

das Thier, bevor es noch seine endliche Form erreicht hat, in den Stand setzen, unabhängig zu vegetiren, und selbstständig ein Gewerbe zu betreiben, wodurch es sich ernährt. Die Grösse und die Gewichtigkeit einer Metamorphose ist zu ermessen nach dem Grade der Verschiedenheit der beiden Formen, welche dem Thiere eigen sind, und nach der Dauer des provisorischen Zustandes.

Was die Formveränderung betrifft, welche bei den Neunaugen durch die Verwandlung herbeigeführt wird, so steht sie der der Frösche an Grösse erheblich nach. Denn bei diesen betrifft sie die Apparate der Respiration, Verdauung und Bewegung höchst wesentlich, und die äussere Gestalt des Thieres verändert sich total. Man würde die Kaulpadden nicht zu den Batrachiern zählen, wenn ihre Metamorphose unbekannt wäre; man würde nur die nackte Amphibie darin erkennen. Schon bei den Salamandrinen ist die Formveränderung viel geringer, und die dipnoen Amphibien bleiben, mit den Fröschen verglichen, in der Verwandlung stehen. Dagegen wurde thatsächlich die Neunaugenlarve ihrem Mutterthiere von je her im Systeme ganz nahe gestellt, wenngleich die inneren Veränderungen, wie oben kurz angegeben, doch sehr bedeutend sind.

Bezüglich auf die Dauer des Larvenlebens ist zu bemerken, dass die Metamorphose des kleinen Neunauges erst spät eintritt, wie ich, ohne von meinen in der Gefangenschaft gehaltenen Thieren zu schliessen, behaupten kann. Die Laichzeit, welche im Frühlinge und nur einmal im Jahre erfolgt, dient hier als Stützpunkt. Im Mai fing ich 6 Querder: drei kleine von 5,8, 6,3 und 6,0 Centimeter Länge; alle drei zusammen wogen 28 Gran, also durchschnittlich 9⅓ Gran. Drei grössere waren lang 15,3, 15,4, 14,0 Cm., und wogen 86, 88, 87 Gran. Dass die drei kleinen vom vorigen Jahre sein mussten, kann ich nach dem Wachsthume der in der Gefangenschaft gezogenen, nach den von Zeit zu Zeit im Freien aufgefundenen, und besonders durch den Vergleich mit denen vom laufenden Jahre genau ermessen. Ferner wird man zugestehen, dass die drei grösseren, welche mindestens das Neunfache von dem Durchschnittsgewichte der kleineren haben, auch älter sein

müssen. Daher müssen sie mindestens ein Jahr mehr, d. h. zwei Jahre haben. Sie zeigten aber noch keine Spur von Metamorphose, können diese also frühestens im dritten Jahre antreten. Weiter fand ich nach der Zeit der Metamorphose noch sehr grosse Querder von 16,2 und 19,3 Cm. Länge und 101 und 142 Gran Gewicht. Der letztere ist der grösste, den ich je gesehen habe. Man wird wieder zugestehen, dass diese Querder mit den drei zuvor genannten grösseren mindestens von gleichem Alter sein mussten, also jetzt über zwei Jahre hatten, und da die Zeit der Metamorphose vorüber war, so konnten sie sich erst nach vollen drei Jahren, d. i. nicht vor dem vierten Jahre verwandeln.

Dagegen kann die Lebensdauer des ausgebildeten Thieres nur kurz sein. Denn mehrere Wochen nach der Begattungszeit waren alle Nachsuchungen nach ausgebildeten Neunaugen vergeblich, wiewohl ich doch nun alle Entwickelungsstadien vom Eie ab zu finden weiss. Dagegen sah ich in der letzten Zeit ihres Vorkommens öfters todte liegen. Hierzu kommt noch, dass die Ovarien nie Eier von verschiedenen Entwickelungsstadien enthalten, wie bei anderen Thieren, wo eine künftige Vermehrungszeit wieder vorbereitet wird. Vielmehr findet man nach der Laichzeit nur die leeren Kelche im Eierstocke. Ueber das Fluss- und Seeneunauge mag ich noch nicht bestimmt urtheilen, doch zeigten sich ähnliche Verhältnisse.

In Rücksicht auf die Dauer des Larvenzustandes übertrifft daher diese Metamorphose alles, was bei den Wirbelthieren in der Art bekannt geworden ist. Der provisorische Zustand wird zur Hauptepoche; das Leben des kleinen Nennauges liegt wie bei vielen Insekten mit dem Schwerpunkte im Larvenzustande, es endigt mit dem Akte der Zeugung.

Als Folge und zugleich als Kennzeichen eines solchen Verhältnisses kann man wohl die Gleichheit des Volumens von Larve und Mutterthier betrachten. Die Querder sind nicht selten grösser als die Neunaugen. Die Larve ist auch hier hauptsächlich znm Fressen und zur Aufnahme des Stoffes bestimmt, denn der Darm verkleinert sich durch die Ver-

wandlung sehr auffallend. Während derselben, im tempus climactericum, tritt wohl bei allen Thieren die Aufnahme von Stoffen sehr zurück. Die Frösche setzen dabei offenbar zu, und zehren unter anderem von ihrem Schwanze. Viele Insekten schliessen sich von der Aussenwelt ganz ab und durchleben diese Periode in einer Kapsel. Nun aber tritt der Unterschied ein. Die einen holen jetzt nach, was sie versäumten, und vergrössern ihren Leib bedeutend, die anderen beendigen, ohne zu wachsen, ihr kurzes Leben mit dem, was in früherer Zeit erworben ist. So diese Neunaugen.

Hiernach müssen Zweifel aufsteigen über den systematischen Ort der Neunaugen. Die nackten Amphibien sind die einzigen Wirbelthiere, von denen bekannt war, dass sie eine wirkliche Verwandlung erleiden. Nun macht zwar jedes nackte Amphibium eine Metamorphose, aber die Metamorphose macht für sich noch nicht die nackte Amphibie. Man kann daher nur sagen, dass die genannten Thiere in diesem Merkmale übereinstimmen. Uebrigens ist die Metamorphose auch den Fischen wohl nicht ganz fremd. Denn die Kieme geht den Lungen bei den niederen Wirbelthieren stets vorauf; sie ist das provisorische Organ, welches bei vollkommener Verwandlung schwindet. So machen denn auch die Lungenfische wie die Kiemenamphibien den ersten Schritt dazu, wenngleich vollkommene Lungenfische, die den Salamandern entsprechen würden, nicht bekannt sind.

Eben so wenig kann der Mangel an Lungen für sich beweisen, dass die Neunaugen Fische sind. Denn es zeigt sich, dass von den Fröschen abwärts bis zu den *Proteus* die Lungen an Geltung verlieren, die Kiemen daran gewinnen. Die Derotreten behalten schon für immer die Kiemenlöcher zurück; bei den Proteiden perennirt die Kieme und theilt die Funktion mit der Lunge. Ist es nun unwahrscheinlich, dass die Natur noch einen Schritt weiter gehe, die Kiemen selbst in den Amphibien zur vollen Geltung bringe, und die Lungen auf Null reducire? Es mag ebenso möglich sein, als dass bei einem Fische die Kiemen ganz schwinden. Mir

scheint die Wiederholung ähnlicher Reihen in verschiedenen Abtheilungen ganz im Sinne des natürlichen Systemes zu liegen, und so wenig ich glaube, dass mit der Lunge eines niederen Wirbelthieres die Amphibie gegeben sei, eben so wenig kann ich sie durch das Fehlen der Lunge als negirt erachten. Jedenfalls wird es von Wichtigkeit sein, hier eine Verwandlung zu sehen, welche nicht zur Lunge führt, sondern bei der Kieme stehen bleibt, denn sie involvirt nothwendig entweder die Existenz eines Fisches mit Metamorphose oder einer Amphibie ohne Lunge. Sehen wir daher, wie die übrigen Hauptmerkmale sich stellen.

Die sichersten Merkmale für die Gruppirung der Thiere gibt das Herz in seinen mannigfachen Modificationen. Die nackten Amphibien haben einen muskulösen bulbus arteriosus, welcher den Cyclostomen, und wenigstens den Neunaugen auch in der frühesten Zeit, durchaus fehlt. Mithin weichen die Cyclostomen im gewichtigsten Merkmale von den nackten Amphibien schon ab.

Indessen liegt hierin noch nicht gerade die Nothwendigkeit, diese Gruppe den Fischen beizufügen, denn ich fand in ihrem bulbus eine Einrichtung, welche sie auch wieder von den Fischen entfernt, und möglicherweise eine besondere Amphibiengruppe bezeichnen könnte. Die Querder des kleinen und des Flussneunauges, sowie ihre Mutterthiere haben nämlich ganz dicht über jeder der zwei Semilunarklappen eine Pelote von der Form eines Kugelabschnittes. Die Schnittflächen beider Peloten sind mit der Arterienwand verschmolzen, die Kugelflächen sind auf einander gerichtet. Die innere Wand der Arterienzwiebel ist ganz glatt und unterscheidet sich dadurch von dem nicht muskulösen bulbus der Fische, welcher innen von dem vielfach durchflochtenen Trabekelsysteme vielleicht ganz allgemein besetzt ist. Beide Apparate sind sehr elastisch und müssen den Stoss des Blutes ermässigen.

An Weingeistexemplaren sind diese Peloten nicht recht deutlich sichtbar, weil man sie collabirt und oft zerstört fin-



det, worin denn der Grund liegt, dass sie früher nicht gesehen wurden. Bei einem Seeneunauge sah ich sie auch deutlich genug, um mich von ihrem Dasein zu überzeugen. Eine Myxinoïde hierauf zu untersuchen, hatte ich bisher noch nicht Gelegenheit.

Um die Fische von den Amphibien zu unterscheiden, ist die Wirbelsäule zuerst von J. Müller benutzt. Die von ihm bei Gelegenheit der Classification der Lungenfische angegebenen Merkmale beziehen sich indessen nur auf die Festgebilde, welche den Cyclostomen nicht eigen sind. In einer früheren Arbeit über die Wirbelsäule, in diesem Archiv 1853, habe ich die Verschiedenheit der Rippen der Fische von denen der nackten Amphibien und höheren Wirbelthiere zu erweisen, und zu zeigen gesucht, dass der Bauchstrahl der Wirbelsäule nur bei den Fischen, der Seitenstrahl stets bei den höheren Classen als Rippe fungirt, dass aber die Wirbelstrahlen als Knochen- oder Knorpelbildungen der Längsscheidewände der Thiere zu betrachten sind, d. h. der Membranen, welche die gleichnamigen Wirbelstrahlen, falls diese entwickelt sind, unter einander verbinden. Sind die Wirbelstrahlen nicht vorhanden; so sind doch jene Weichgebilde oft klar sichtbar, wie im vorliegenden Falle. Im Querschnitte eines Flussneunauges sehe ich das fibröse Gewebe unter der chorda die Gefässe umfassen und sich ohne Unterbrechung (bei immer weiter nach hinten geführten Schnitten) auf die Unterseite des Schwanzes fortsetzen, wo es die Gefässe eben so umschliesst. Es ist folglich das septum longitudinale ventrale, welches sonst den Bauchstrahl einwebt. Am vordersten Theile der chorda producirt es bei *P. marinus* sogar Rudimente von Wirbelstrahlen, welche J. Müller abgebildet hat. Wären dergleichen auch hinten vorhanden, so müssten sie in diesem unter der chorda befindlichen Gewebe an den Gefässen liegen, und sich in die unteren Bogenschenkel des Schwanzes fortsetzen, wie die Rückenstrahlen in dem gleichen Gewebe an dem Rückenmarke wirklich vorhanden sind. Der Seitenstrahl ist nur nach vorn entwickelt, wo er die

knorpeligen Kiemenbögen bildet; weiter nach hinten sehe ich von ihm und dem septum laterale keine Spur mehr. Es sind daher für die Neunaugen nur Fischrippen möglich, und dieses Merkmal halte ich nach dem jetzigen Stande für entscheidend.

Vom Baue des Gehirnes will ich nur hervorheben, dass die Neunaugen einen von den Vierhügeln getrennten dritten Ventrikel besitzen. Hierin entfernen sie sich von allen Fischen und stimmen mit allen Amphibien überein. Ferner reihen sich die Neunaugen durch ihr rudimentäres kleines Gehirn den nackten Amphibien ganz bequem an. Misstrauen gegen die Zuverlässigkeit dieser Merkmale muss es erregen, dass schon das Gehirn der Myxinoiden von dem der Neunaugen im ganzen Baue so sehr abweicht, und dass unter den nackten Amphibien nach Mayer, Analecten zur vergl. Anatomie pg. 80, der *Menopoma* ein gut entwickeltes cerebellum wieder zukommt.

Besonders auffallend waren mir die Beziehungen zu den nackten Amphibien, welche die Entwickelung gibt. Das Aussehen des Eies, seine Furchung, die Bildung der inneren Höhlen, und besonders die Bildung des Darmes, der nie einen Dottersack hat, gehen den Fröschen ganz nahe. Vergl. Remak, Entwickelung der Wirbelthiere L. III. Man darf aber hierbei nicht übersehen, dass die Tragweite dieser aus der Entwickelungsgeschichte entnommenen Merkmale, die man doch a priori nicht bestimmen kann, deshalb ganz unsicher ist, weil die Entwickelungsgeschichte nur von wenigen Fischen bekannt ist. Die Myxinoiden stehen den Neunaugen, gewichtiger Abweichungen ungeachtet, doch zu nahe, als dass eine Trennung in Aussicht wäre; ich bezweifele auch nicht, dass sie ebenfalls eine Metamorphose durchlaufen, zumal da J. Müller zwei obliterirte Aortenbögen bei ihnen beobachtet hat. Eben deshalb muss man gewärtig sein, dass jene Merkmale schon innerhalb der Cyclostomen ihr Ende erreichen, denn die Myxinoiden haben, wie J. Müller angibt und abbildet, grosse längliche Eier, welche

mit denen der Neunaugen keine weitere Aehnlichkeit haben, und es kann ja wohl sein, dass in diesen Eiern nur ein Keim sich furcht und ein Dottersack in ihnen sich entwickelt.

Das Resultat dieser Vergleichung muss demnach sein, dass es mit der Fischnatur der Neunaugen, der Metamorphose ungeachtet, doch wohl beim Alten bleibt. Eine weitere Vergleichung und die Darlegung der Einzelheiten behalte ich mir zu einer besonderen Arbeit vor, zu welcher die Zeichnungen zum grossen Theile schon angefertigt sind.

Ueber die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellen.

Von

Dr. C. F. J. Lachmann.

(Hierzu Taf. XIV. XV.)

Als ich im Sommer 1852 das Glück hatte, im Laboratorium des Herrn Professor J. Müller zu arbeiten, machte dieser einen seiner anderen Schüler Hrn. A. Schneider und mich auf die Arbeiten Steins über die Entwickelung der Infusorien [1]) aufmerksam.

Durch diese Arbeiten, in Verbindung mit den älteren und gleichzeitigen Fockes [2]) und Cohns [3]), schien ein neuer Abschnitt in der Lehre von den Infusorien zu beginnen; durch sie bekamen wir erst Aufschlüsse über die Fortpflanzung derselben, von der wir bis dahin nichts kannten, als die Theilung und Knospenbildung. So wichtig und interessant auch die von den drei genannten Forschern gefundenen Thatsachen waren, so bildeten sie doch nur die unvollkommenen Anfänge zu einer Entwickelungsgeschichte der Infusorien, zu deren weiterer Ausbildung Viele beitragen mussten. Die Beobachtungen Steins schienen bei weitem nicht hinzureichen,

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. Wiegmanns Archiv. 1849. pg. 91—143.

Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feineren Baues der Infusorien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. III. pg. 475.

2) Amtlicher Bericht der Naturforscherversammlung zu Bremen. 1844. pg. 110.

3) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. III. pg. 277.

um seine Annahme von dem Zusammenhang der Vorticellen und Acineten als etwas mehr, als eine ziemlich vage Hypothese erscheinen zu lassen. Deshalb bemühten wir uns, durch eigene Beobachtungen die Richtigkeit derselben zu prüfen und wo möglich entweder die Lücken in Steins Beobachtungsreihen auszufüllen oder seine Annahme als falsch zu erweisen.

Bald gelang es uns Steins Acinete der Wasserlinsen[1]), welche er für die ruhende Form der *Vorticella nebulifera* hält, habhaft zu werden. Herr A. Schneider fand zuerst ein Exemplar mit einem schon rotirenden Embryo, dessen Ausschlüpfen wir dann mit Spannung erwarteten. Diesen aber, wie alle anderen Exemplare, deren Geburt wir noch in dem Sommer beobachteten, verloren wir aus dem Gesichte, noch ehe er sich festgesetzt und in eine Acinete oder in eine Vorticelle verwandelt hätte.

Einmal fand jedoch Herr Prof. Müller, als er einen ihm entschlüpften Acinetensprössling wieder suchte, ein Thier, das, demselben vollkommen ähnlich, sehr langsam schwamm, endlich ganz zur Ruhe kam und, indem ihm Strahlen wuchsen, zur Acinete wurde.

Diese Beobachtung musste natürlich unsere Zweifel an der Richtigkeit der Ansicht Steins noch vermehren. Freilich waren wir nicht gewiss, ob das Thier, welches zur Acinete wurde, wirklich ein Acinetensprössling war, der nach Steins Vorstellung hätte zur Vorticelle werden sollen, oder ob es nicht vielleicht eine schon verwandelte Vorticelle war, die, dann freilich in ganz anderer Weise, als Stein es glaubte, zur Acinete geworden wäre. Jedenfalls musste diese Thatsache uns auffordern, den Gegenstand weiter zu verfolgen.

In jenem Sommer wurde keine entscheidende Beobachtung gemacht. Indem ich aber später diese Beobachtungen in Braunschweig, Würzburg, Göttingen und Berlin fortsetzte und die Organisation der fraglichen Infusorienfamilien und

1) Die Infusionsthierchen auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. 1854. pg. 59.

dann auch die anderer Familien genauer studirte, so kam ich zu der Ueberzeugung, dass die Ansicht Steins von der Verwandlung der Vorticellen in Acineten irrig sei, dass seine Beschreibung der Vorticellen, wenn auch weit besser als die seiner Vorgänger, doch noch sehr mangelhaft sei, und dass alle Infusorien weder, wie Ehrenberg will, vielmagig sind, noch, wie Dujardin behauptet, aus formloser Substanz bestehen, sondern dass sie, wie schon Meyen[1]) aussprach, Thiere mit einer grossen Verdauungshöhle sind, die aber nicht, wie dieser wollte, als das Innere einer Zelle betrachtet werden darf, dass vielmehr der Theil, welchen Meyen und die meisten neueren Schriftsteller als Zellmembran ansehen, als Körperparenchym genommen werden muss, welches ebenso wenig wie das der Polypen der Membran einer einzelnen Zelle entspricht; eine Ansicht, welche schon seit Jahren Herr Prof. J. Müller in seinen Vorträgen über vergleichende Anatomie lehrt. In der Hoffnung, dass vielleicht Einiges von Interesse darunter befindlich, will ich es wagen, die Hauptresultate meiner Infusorienstudien mitzutheilen. Es sei mir deshalb erlaubt, den Verdauungsapparat der Vorticellen etwas genauer zu schildern und mit dem der anderen Infusorien zu vergleichen, hierdurch, wie durch die Besprechung der anderen an den Infusorien zu beobachtenden Organssysteme meine vorhin ausgesprochene Ansicht über die Struktur der Infusorien zu stützen und bei der Exposition der bis jetzt bekannten Theile der Entwickelungsgeschichte der Infusorien die oben erwähnte Ansicht Steins zu widerlegen.

Obgleich die Vorticellen zu den ersten von Leeuwenhoek 1675[2]) entdeckten Infusorien gehören und grossentheils durch ihre Festheftung mittelst eines Stieles der Beobachtung zugängiger erscheinen, als viele der anderen frei umherschwärmenden Infusorien, so blieb doch ihr äusserer gröberer Bau bis auf Ehrenberg nur sehr unvollkommen be-

1) Müllers Archiv. 1839. pg. 74 u. f.
2) Philosophical transactions. 1676.

kannt (wie schon die grossen Irrfahrten beweisen, die besonders einzelne Entwickelungsformen derselben in den Systemen der Zoologen machen mussten, und die von Ehrenberg vortrefflich in seinem grossen Infusorienwerk [1]) zusammengestellt sind).

Vor Ehrenberg sahen die Autoren die Vorticellen für Thiere an etwa von der Form einer hohlen Halbkugel oder Glocke, welche mit ihrem convexen Theile auf einem Stiele befestigt sei. Vor der angeblichen Oeffnung der hohlen Glocke (erst Ehrenberg zeigte, dass diese geschlossen sei und nur eine kleine Oeffnung an der Seite der die Glockenmündung verschliessenden Ebene „Stirn" in das Innere der Glocke führe) sah man einen Strudel entstehen, der alle kleinen im Wasser suspendirten Theilchen der Glocke näherte; trotzdem aber konnten sich nicht alle Autoren überreden zu glauben, dass hier wirklich kleine Theilchen aufgenommen oder gefressen würden, sondern selbst O. F. Müller konnte noch behaupten[2]): „In omnibus meis observationibus ne minimum animalculum vel moleculam unquam devorari — vidi. — Pelliculas vegetabiles tangere et quasi rodere amant (Vorticellae) aquam vero nutritioni eorum sufficere facile persuadeor." — Auf welche Weise dieser Wirbel verursacht würde, darüber hatte man natürlich lange nicht bei allen auch nur einigermassen ausreichende Ansichten. Bei vielen fand man die diese Bewegung hervorrufenden Wimpern noch nicht, so dass Wrisberg[3]) und selbst noch Agardh[4]) und Wiegmann[5]) die Anziehung der kleineren Infusorien nach der Glocke der Vorticellen durch eine Zauberkraft ähnlich jener berüchtigten der Klapperschlange erklärten, und Bory de St. Vincent aus diesen wimperlosen Vorticellen noch eine

1) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838. pg. 275 und 286.

2) Animalcula infusoria pg. XII.

3) Observat. Infus. pg. 63.

4) Verhandlungen der K. Leop. Akad. II. 1. pg. 135.

5) Ebendas. III. 2. pg. 557.

eigene Gattung (*Convallarina*)[1] zusammensetzte. Bei anderen hatte man einige doch nicht alle die vordere Oeffnung umgebenden Wimpern erkannt, sondern da die angewendeten Vergrösserungen nicht hinlänglich stark und scharf waren, um die einzelnen Wimpern zu erkennen, so fand man nur an jeder Seite der im Profile gesehenen Glockenöffnung, wo mehrere bewegte Wimpern hinter einander zu liegen kamen und so einen stärkern Schatten verursachten, eine oder zwei kleine stets bewegte „Hörnchen" (Leeuwenhoek) oder „Vipperspitzen" (Rösel[2])). Bei einigen mehrte sich die Zahl der gesehenen Wimpern, so dass bei vielen endlich ein ganzer den Glockenrand besetzender Kranz von Wimpern gesehen wurde.

Ausser diesen zum Verdauungsapparat gehörigen Theilen sah man noch bei einigen Vorticellen (Rösel[3]) bei *Epistylis flavicans* Ehbg.) zwei andere Organe: den von Ehrenberg als Hoden, von von Siebold[4]) als „nucleus" bezeichneten bandförmigen Körper und die von Ehrenberg als Samenblase gedeutete contractile Stelle, letztere jedoch nur als einen hellen runden Fleck, ohne sein periodisches Verschwinden zu bemerken. Die kugelförmigen Haufen von verschluckten und zusammengeballten Partikelchen im Innern des Körpers sah man für verschluckte Monaden oder „vesiculae interaneae" oder für Eier an. Gleichen[5]) wurde selbst nicht durch seine Fütterungen mit Farbe zu der richtigen Ueberzeugung gebracht, sondern will die durch den gefütterten Carmin rothen Excrementhaufen nicht für solche, sondern lieber für Eier halten, denen er dann eine besondere Anziehung zum Carmin vindicirt[6]). (Er gab den Infusorien Car-

1) Dictionnaire classique. IV. pg. 412.

2) Insektenbelustigungen. III. pg. 602.

3) l. c. III. pg. 614. tab. C. Der Hespelein- oder Mespelförmige Afterpolyp.

4) Vergleichende Anatomie.

5) Abhandlung über die Samen- und Infusionsthierchen pg. 140.

6) Eine ähnliche Erklärung gibt Laurent, dessen in einer bestimmten Richtung arbeitende Phantasie seine schwache Beobachtungs-

min zur Nahrung, um dadurch vielleicht innere Theile gefärbt zu sehen, wie die Knochen von mit Färberröthe gefütterten Tauben roth würden, nicht aber um durch die Lagerung der gefressenen Farbetheilchen als leichter kenntlicher Substanzen im Innern des Verdauungsapparates die Form dieses kennen zu lernen; in dieser Absicht wendete zuerst Ehrenberg die Farbefütterung an.)

Am Stiel auch der contractilstieligen kannte man noch keine Differenzirung der Theile, vielleicht nur sah Gleichen [1]) den innern (Muskel-) Faden und hielt die einzelnen Stellen desselben, die er bei der Contraction erkannte, für Eier, die durch die Legeröhre (den Stiel) gelegt würden.

Ehrenberg [2]) erst gab, wie bei den meisten Infusorien, so auch bei den Vorticellen den Schlüssel zur Erkenntniss ihrer Organisation dadurch, dass er den eigentlichen Anfangs- und Endtheil ihres Verdauungsapparates auffand (über seine Ansicht von dem mittleren Theile desselben werden wir später weiter zu sprechen haben). Indem er zeigte, dass die angeblich offene Mündung des glockenförmigen Vorticellenkörpers durch eine mit einem Kranze von Wimpern besetzte Scheibe „Stirn" verschlossen sei, an deren Kante eine Grube befindlich, welche Mund und After enthalte, übersah er nur den vorspringenden, oft selbst nach hinten umgeschlagenen Saum, welcher noch nach aussen von den Wimpern und jener Grube die „Stirn" umgibt, und den schon Rösel und O. F. Müller zeichnen. Auf diesen Saum macht nun Stein [3]) wieder aufmerksam [4]); er zeigt, dass derselbe, den er „Pe-

gabe leicht überwältigt hat, in seinem mit Erstaunen erregenden Irrthümern überfüllten Buche: Etudes physiologiques sur les animaux des infusions végétaux comparés aux organes élémentaires des végétaux, par Paul Laurent. Nancy. 1854.

1) L. c. pg. 153.

2) Abhandlungen der Berliner Akademie 1830. 31. und: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838.

3) a. a. O. besonders in: Die Infusionsthierchen auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. 1854. pg. 8 u. f.

4) Die Beschreibungen und Abbildungen der Vorticellen von Dujardin und Perty sind sehr ungenau, doch deuten Dujardins

ristom" [1]) nennt, durch eine Furche von der die Wimpern tragenden Scheibe getrennt ist, so dass diese nur die obere Fläche eines „mützenförmigen" innerhalb des Peristoms vorstehenden Fortsatzes bildet, den er „Wirbelorgan" nennt; er unterscheidet daran die obere vom Wimperkranz begrenzte Fläche als „Scheibe" und die Seitenwandungen als „Stiel" des Wirbelorgans. Das Wirbelorgan können die Vorticellen tief in den Körper zurückziehen und dann durch sphincterartiges Zusammenziehen des Peristom's einen kappenartigen Verschluss über demselben bilden.

Während Ehrenberg nach der Ansicht, welche er vom Bau seiner „Polygastren" hatte, vom Munde aus einen Darm ausgehen zu sehen glaubte, an welchem Magenblasen seitlich ansassen, und der schlingenförmig gekrümmt zu jener seitlichen Grube am Glockenrande zurückführte, war nach Stein die Speiseröhre nur eine Einstülpung der äussern Haut, die als eine kurze unten abgestutzte Röhre in das weiche Körperparenchym hineinhänge; durch das Körperparenchym drängten sich die am Ende des Oesophagus gebildeten Nahrungsballen in Curven, bisweilen mehr als einen Umlauf beschreibend, hindurch und sollten durch die Speiseröhre rückwärts wieder ausgeworfen werden; nur bei *Opercularia berberina* St. [2]) (*Epistylis berberiformis* Ehbg.) sah er Kothballen nicht durch die Speiseröhre, sondern die untere Wand des Rachens (so nennt er den Anfangstheil der Speiseröhre bei den Opercularien, bei denen er weiter ist, als bei den meisten anderen Vorticellinen) in diesen treten und dann herausbefördert werden.

Betrachten wir das Verhalten der Wimperreihe etwas genauer, welche den Vorticellen die Nahrung zuführt, so fin-

---

Zeichnungen das richtige Verhältniss ziemlich an, wenn sie auch, wie alle seine Infusorienzeichnungen, sehr unbestimmt und nachlässig ausgeführt sind.

1) In unseren Figuren ist er mit a a bezeichnet.

2) Die Infusionsthierchen auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. 1854. pg. 101. Ich werde von Stein immer nur dies an interessanten Beobachtungen so reiche Buch citiren.

den wir [1]), dass dieselbe nicht einen geschlossenen Kreis, sondern eine Spirallinie bildet [2]). Diese beginnt in der Nähe der von Stein Mnnd genannten Oeffnung (Fig. 1–3. cd) etwas nach rechts davon anf der Wimperscheibe (Fig. 1–5. b), verläuft über diese Oeffnung nach links nnd umkreist den Rand der Wimperscheibe; ehe sie aber ihren Anfangspunkt wieder erreicht, steigt sie an dem Stiel des Wirbelorgans in den Anfangstheil des Verdauungsappates hinab.

Diesen Anfangstheil (Fig. 1. cde. Fig. 2. ce. Fig. 3. cdef. Fig. 4. cef) können wir noch nicht wohl als Rachen oder Theil der Speiseröhre betrachten (wie Stein es thut), da der After (bei e) in ihn einmündet, wir wollen ihn deshalb nach dem Vorschlage des Herrn Prof. J. Müller durch den Namen Vestibulum von den übrigen Theilen des Verdaunngsapparates nnterscheiden. Ehrenberg zeichnet diesen Theil als seitliche Grube, in welcher Mund und After gelegen, zn flach, während Stein ihn nur bei den Opercularien, bei denen er durch seine Weite sich auszeichnet, von der eigentlichen Speiseröhre unterscheidet, bei den meisten Vorticellinen ihn aber als Anfang der Speiseröhre betrachtet.

Dieses Vestibulum setzt die von der Wimperreihe gebildete Spirallinie fort, indem es eine bogenförmig gekrümmte Röhre darstellt, welche einen Theil dieser Wimperspirale enthält. Gemäss der Richtung dieser Spirale sieht die Concavität der Röhre nach rechts, die Convexität nach links; an der convexen Seite ist das Lumen der Röhre noch erweitert, besonders in dem am weitesten nach innen gelegenen

1) Um die fernere Beschreibung zu erleichtern, müssen wir am Körper der Vorticellen eine Banch- und Rückenseite und ein vorn nnd hinten unterscheiden, und folgen darin der Bezeichnungsweise Ehrenbergs, indem wir den angehefteten Theil des Körpers den hintern, die Stirn oder den Wirbelapparat den vordern nennen nnd die Seite des Glockenmantels, an welcher der Mund am nächsten liegt, als Bauchseite bezeichnen.

2) Als eine Spirale bildet schon Ehrenberg bei einigen Vorticellen diese Linie ab, nur meist nach der verkehrten Seite gewunden, während Stein sie als Kreis angibt.

Theile, wo der After (bei e) einmündet. Zwischen dem After und dem weiter nach innen in den Oesophagus führenden Munde (Fig. 3 u. 4. ef) entspringt eine gebogene Borste (Fig. 1—5. eg), welche meist lang genug ist, um noch über das Peristom nach aussen vorzuragen. Diese Borste ist starr und wird nur bisweilen, wenn Kothballen, die zu dick sind, um zwischen ihr und der Wand des Vestibulum durchzugleiten, durch den After ausgestossen werden, von diesen etwas zur Seite gedrängt, um gleich darauf wieder in ihre alte Lage zurückzukehren.

Vom Munde führt eine kurze Röhre Oesophagus (Fig. 3 und 4. efh. Fig. 5. h), von weit geringerem Lumen als das Vestibulum, zu einem etwas weiteren spindelförmigen Theile (Fig. 4 und 5. hi), den wir Pharynx nennen wollen. Die Längsaxe des Vestibulum und Oesophagus läuft bei den meisten Vorticellinen (den contractilstieligen, den Epistylis- und Trichodina-Arten[1])) ziemlich parallel der Ebene der Wimper-

---

1) *Trichodina pediculus* Ehbg. und *Tr. mitra* Siebold. Die anderen Arten der Ehrenbergschen Gattung: die *Trichodina grandinella* (*Halteria grandinella* Duj.), *tentaculata* und *vorax* sind keine Vorticellinen, ebenso das *Urocentrum*. Dagegen schliesst sich an diese Gruppe der Vorticellinen die Gattung *Scyphidia* Dujardins an, welche er für die nicht gepanzerten, stiellosen, sitzenden Formen gründete. Freilich sind die von ihm und Perty in dieser Gattung beschriebenen Arten alle daraus zu streichen, da sie einen kurzen Stiel haben, und nur Zustände von gestielten Vorticellinen zu sein scheinen, deren Stiel noch nicht seine gewöhnliche Länge erhalten hat; dagegen müssen zwei andere Arten in sie eintreten, welche beide auf den nackten Theilen von kleinen Süsswasserschnecken festsitzen, nie einen Stiel ausscheiden, vielfach von mir in der Theilung beobachtet wurden und durch ihre hinten abgestutzte Form und einen am Rande des hintern Endes vorspringenden Wulst sich leicht von anderen, erst eben festsetzenden Formen unterscheiden. Die Art *Sc. limacina m.*, welche schon O. F. Müller als *Vorticella limacina* beschrieb, lebt auf kleinen Planorbisarten. Der Körper ist fast cylindrisch, an beiden Enden etwas verjüngt, geringelt, das Peristom ist eng und nicht zurückgeschlagen, die Wimperscheibe eng, in der Mitte mit einem vorspringenden Nabel versehen, die hintere abgestutzte Fläche ist mit einem dicken wulstigen Rand versehen. Länge des Thieres $^1/_{20}$—$^1/_{30}$'''. Die zweite Art,

scheibe, während die des Pharynx mehr die Richtung der Körperaxe hat. Bei diesen ändert dann die Axe der Wimperspirale, welche sich bis an den Pharynx fortsetzt, im Anfang des Vestibulum ihre Richtung; während sie ausserhalb des Vestibulum mit der Körperaxe zusammenfiel, steht sie in demselben und im Oesophagus fast senkrecht auf derselben. Bei den sehr langgestreckten Formen der Hülsen bewohnenden Ophrydinen Ehbg: *Ophrydium*, *Vaginicola*, *Cothurnia* [1]) fällt die Längsaxe des Vestibulnm und Oesophagus mehr mit der Körperaxe zusammen, ebenso bei den Gattungen *Opercularia* (in dem Umfang, welchen Stein ihr gegeben) nnd *Lagenophrys* St.; bei den beiden letzteren ist das Vestibulum sehr weit, während es bei jenen langgestreckten eng ist, für den After aber meist eine tiefe Ausbuchtung besitzt.

Der Theil der Wimperspirale, welcher ausserhalb des Vestibnlum liegt, ist nicht bei allen Vorticellinen gleich lang; während er bei vielen (*Vorticella*, *Carchesium*, *Zoothamnium*, *Scyphidia*, *Trichodina* [2]), einigen Epistylisarten etc.) kaum mehr als einen Umlauf um die Wimperscheibe ausmacht, nmläuft er bei *Opercularia articulata* nnd *Epistylis flavicans* diese dreimal [3]) (bei anderen liegt die Länge zwischen beiden Ex-

---

Sc. physarum m., lebt auf den nackten Theilen von Physaarten. Sie ist länger und mehr gleichmässig cylindrisch als die vorige, ihr Peristom ist länger, oft nach hinten zurückgeschlagen, der hintere Rand dünner und kürzer.

1) Die Gattung *Tintinnus*, von der ich gemeinschaftlich mit Herrn E. Claparède viele Arten an der norwegischen Küste beobachtet habe, ist rings bewimpert nnd weicht im Verdaunngsapparat so sehr von den Vorticellinen ab, dass sie unmöglich in einer Familie mit ihnen bleiben kann; eine Schleimhülsen bewohnende Art kommt auch im Süsswasser des Berliner Thiergartens vor.

2) Für *Tr. pediculus* gibt auch der neueste Beschreiber dieses Thierchens Dr. Busch die Anwesenheit einer zum Munde führenden Wimperspirale an, welche Stein für einen Kreis gehalten hat. Müllers Archiv. 1855. pg. 357.

3) Daher Stein bei der ersteren 3 Kreise von Wimpern auf der Wimperscheibe angiht.

men). Dieser Theil besteht aus einer doppelten Reihe von Wimpern; die der äussern Reihe sind meist etwas kürzer als die der innern und ziemlich auf derselben Linie, aber unter anderm Winkel zur Wimperscheibe inserirt, indem sie weit stärker nach aussen umgeschlagen erscheinen[1]); im Vestibulum und Oesophagus scheint die Reihe einfach zu sein. Auf dem Peristom stehen keine Wimpern, die von Stein auf demselben gezeichneten gehören der äusseren Reihe der Wimpern auf der Wimperscheibe an, oder dem Theile der Spirale, welcher am Stiel des Wirbelorganes ins Vestibulum herabsteigt. Der letztere scheint es auch, vielleicht in Verbindung mit der oben erwähnten Borste, gewesen zu sein, welcher Ehrenberg bei *Epistylis nutans*, Stein bei allen Opercularien zur Annahme einer manschettenartigen Unterlippe veranlasste.

Um die beschriebenen Details zu sehen, ist es besonders vortheilhaft, in der Expansion gestorbene Thiere zu beobachten, wie unsere Fig. 2 die Umrisse eines solchen darstellt.

Durch den Wirbel, welchen die Wimpern der Spirale im Wasser bewirken, werden die kleinen in der Nähe schwimmenden Theilchen angezogen und gelangen endlich in das Vestibulum; ein Theil derselben wird beständig wieder ausgestossen, ein anderer wird bis in den Pharynx durch den Oesophagus hinabgewirbelt. Vor dem Munde im Vestibulum stehen ausser den Wimpern der Spirale noch einige stärkere Wimpern (e und f), welche nicht an der regelmässigen Thätigkeit jener Theil nehmen, sondern nur bisweilen kräftig schlagen, wie es scheint, um gröbere in das Vestibulum gelangte Stoffe, auch die Excrementhaufen aus demselben zu entfernen. (Diese sind auch von Stein in allen Vorticellinen gezeichnet.) In dem spindelförmigen Pharynx (hi) werden nun die Nahrungsstoffe zu einem Bissen angehäuft, der,

---

1) Auf unserer Tafel sind die Wimpern der äussern Reihe immer nur am Rande der Figuren gezeichnet, im übrigen Verlauf der Wimperspirale aber weggelassen, um die Figuren nicht zu complicirt erscheinen zu lassen.

wenn er eine gewisse Grösse erlangt, in das Innere des Körpers gestossen wird [1]). Meyen [2]) nennt diesen spindelförmigen Theil einen Magen, worin ich ihm nicht beistimmen kann, da derselbe offenbar nur zur Anhäufung der Nahrungsmittel in Bissen dient, und die Verdauung erst weiter im Innern des Körpers geschieht; ich habe deshalb den wenig verfänglichen Namen Pharynx dafür vorgeschlagen. Dieser Pharynx ist nicht etwa nur eine Lücke in der umgebenden sulzigen Substanz, die nur durch das hinein gewirbelte Wasser entsteht, sondern hat eigene Wandungen, welche ihm, auch wenn keine Nahrungsstoffe in ihm enthalten sind, die spindelförmige Gestalt bewahren.

Der vom Pharynx in das Innere des Körpers gestossene Bissen läuft bis in die Nähe des hinteren Endes der Vorticelle und steigt dann umbiegend (Fig. 4. l) an der dem Pharynx entgegengesetzten Seite des Körpers in die Höhe. Während dieses Theils seines Laufes behält er gewöhnlich noch die ihm vom Pharynx ertheilte Spindelform bei und geht erst hier oft ziemlich plötzlich in die Kugelgestalt über; dies veranlasste mich anfangs zu glauben, der Bissen sei während dieses Theils seines Laufes noch in einem Schlauch eingeschlossen; für diese Ansicht schien noch der Umstand zu sprechen, dass man vor und hinter dem Bissen nicht selten zwei Linien (Fig. 4. l), wie die Contouren eines von ihm erweiterten Schlauches, erblickt, die sich eine kurze Strecke vor und hinter ihm vereinigen. Spätere Beobachtnngen haben mir jedoch diese Ansicht wieder unwahrscheinlicher erscheinen lassen, denn die angegebenen Thatsachen werden auch eintreten müssen, wenn ein spindelförmiger Bissen mit einiger Kraft und Geschwindigkeit durch eine ruhende oder lang-

1) Pouchet spricht (Comptes rendus. Jan. 15. 1849) von einem Respirationsorgan bei den Vorticellen, das nach seiner Beschreibung nur der Pharynx sein kann. Wie viel Werth seine Angaben über den polygastrischen Bau der Infusorien haben, erhellt hieraus genügend, indem er den Anfangstheil des Verdauungsapparates als nicht zu demselben gehörig betrachtet.

2) Müllers Archiv. 1839. pg. 75 etc.

samer bewegte zähflüssige Masse gestossen wird; die erwähnten Linien vor und hinter dem Bissen werden durch das Auseinanderweichen nnd Wiederzusammentreten der gelatinösen Masse entstehen müssen, anch wenn kein Schlauch den Bissen umgibt. Gegen die Anwesenheit eines vom Pharynx herabhängenden Schlauches scheint aber direct zn sprechen, dass einerseits die Curven, welche der Bissen beschreibt, bald grösser bald kleiner sind, andererseits auch der Bissen bald früher bald erst später die Kugelform annimmt, wie es scheint, je nachdem er mit geringerer oder grösserer Kraft und Geschwindigkeit aus dem Pharynx gestossen ist. Nicht immer werden im Pharynx die hereingewirbelten Massen zu einem Bissen geballt, sondern bisweilen sieht man unter noch nicht genügend ermittelten Verhältnissen alle in den Pharynx gelangenden Massen ihn durchstreifen, ohne in ihm zn verweilen; sie strömen dann in einem hellen Streifen, der am Grunde der Glocke wie sonst der Bissen eine Curve beschreibt, durch die sie umgebende Masse, mit der sie sich erst mischen, wenn ihre Geschwindigkeit abgenommen hat[1]). Den hellen gebogenen Streifen mit den in ihm strömenden Partikelchen könnte man leicht geneigt sein für einen Darm zu halten, nnd dies ist auch wohl von Ehrenberg geschehen, der bei einigen Vorticellinen den gebogenen Darm deutlich gesehen zu haben angibt, besonders z. B. bei *Epistylis plicatilis*, bei welcher ich gleichfalls das beschriebene Phänomen ganz besonders genau stndiren konnte. Allein auch hierbei sprechen dieselben Gründe gegen die Annahme eines Darmschlanches, wie bei den vor und hinter einem spindelförmigen Bissen erscheinenden Linien; auch hier wechselt nicht nur die Form, sondern anch die Länge des Bogens, während er das eine Mal nur kurz ist und sehr bald damit endet, dass die in ihm enthaltenen Theilchen sich der sie umgebenden Masse beimischen, kann er gleich darauf dop-

1) Ein rundlicher Bissen, den man für einen angefüllten Magen halten könnte, wird dann nie gebildet.

pelt so lang und länger [1]) sein, eine Verschiedenheit, welche nur von der Kraft abznhängen scheint, mit welcher die Wimpern des Wirbelorganes wirken; daher werden wir uns wohl die ganze Erscheinnng nicht anders deuten können, als dadurch, dass das mit einiger Geschwindigkeit in die den Körper ausfüllende Masse strömende Wasser mit den in ihm enthaltenen Theilchen sich nicht sogleich mit dieser mischen kann, sondern erst wenn seine Geschwindigkeit durch die Reibnng vermindert ist; ähnlich wie wir einen schnell fliessenden Strom, der in einen langsamer oder gar nicht fliessenden Teich oder das Meer fällt, noch eine Strecke weit in diesem seine Selbstständigkeit behalten sehen, nnd wenn er sich durch Farbe oder Trübe vor dem Wasser des Meeres oder Teiches auszeichnet, ihn als einen oft langen Streifen von diesem unterscheiden können, dem er sich erst spät mischt.

Haben die Nahrungstheilchen im Körper der Vorticellen das Ende des hellen Streifens unter immer abnehmender Geschwindigkeit erreicht, und hat im andern Falle der Bissen seine Spindelform verloren nnd ist kuglig geworden, so haben sie keine gesonderte Bewegung mehr, sondern nehmen nun nur noch an einer kreisenden Bewegnng Theil, in welcher alle im Innern des Körpers sich befindlichen Theile ausser dem bandförmigen Organe (Hoden nach Ehrenberg, Nucleus nach Siebold und den meisten neueren Autoren [2])) begriffen sind. Diese kreisende Bewegung ist meist ziemlich langsam (langsamer als bei dem grünen *Paramecium Bursaria* Focke) nnd daher meist übersehen, nur selten hört sie für einige Zeit ganz auf. Mit der rotirenden Masse macht der Bissen bald mehr bald weniger Umläufe, bis er endlich einmal in der Gegend des Afters (bei e unserer Figuren) an-

1) Er kann selbst, einen ganzen Umlauf machend, bis nahe an seinen Anfangstheil unterhalb des Pharynx zurückkommen.

2) Wir wollen, da wir später sehen werden, dass sich die Bedeutung dieses Organes noch nicht mit Sicherheit feststellen lässt, vorläufig den Namen Nucleus beibehalten, ohne jedoch damit die Idee eines Zellenkernes verbinden zu wollen.

gelangt aufhört herumzukreisen, der After sich öffnet und den Bissen in das Vestibulum austreten lässt (Fig. 3. e).

Aus dieser Beschreibung der Vorgänge beim Fressen der Vorticellinen ersieht man sogleich, dass es unmöglich ist, denselben einen Darm mit vielen anhängenden Magenblasen, einen polygastrischen Verdauungsapparat, wie ihn Ehrenberg annimmt, zu vindiciren. Die Existenz der Circulation des sämmtlichen Körperinhalts widerlegt diese Annahme. Dass die erste Erklärungsweise, welche Ehrenbrg für die damals erst bei wenigen Infusorienarten von Focke[1]) gesehene Bewegung der inneren Körpertheile[2]) versuchte, sie nämlich auf Verschiebung des Körperparenchyms zurückzuführen, nicht ausreichte, sah er bald selbst und erkannte, dass die wirklichen Cirkulationen zur Annahme einer weiten Höhle zwängen, in welcher die cirkulirenden Massen enthalten seien. Ehrenberg glaubte jedoch[3]) diesen Zustand der Thiere nicht als den normalen betrachten zu müssen, wie dies Meyen[4]) gethan, sondern hielt ihn nur für einen vorübergehenden, durch Erweiterung eines Magens auf Kosten der anderen entstandenen pathologischen Zustand. Es sollte hier also offenbar der Inhalt aller früheren Magen in den einen ergossen sein; es konnte jeder früher in einem Magen enthaltene Theil die Kugelgestalt behalten haben, welche er durch die Form des Magens angenommen hatte. Diese Annahme schien die Erscheinungen zu erklären, so lange die Rotation nur als vorübergehender bei einzelnen Arten vorkommender Zustand betrachtet werden konnte[5]); war diese Annahme aber richtig, so konnten während der Dauer der Rotation die neu aufgenommenen Massen nicht mehr die Kugelform annehmen,

1) Isis 1836. pg. 786.
2) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen pg. 262.
3) Müllers Archiv 1839 pg. 81.
4) Ebendas. pg. 74.
5) Ehrenberg liess sich um so weniger von seiner Ueberzeugung abbringen, als er ja den verzweigten Darm, wie er ihn für alle enterodelen Polygastren annahm, bei *Trachelius Ovum* direct zu sehen glaubte (wir werden unten davon zu sprechen Gelegenheit haben).

sondern mussten einfach dem Inhalt des grossen Magens beigemengt werden. Wir sehen nun aber, dass die Bildung der kugelförmigen Bissen vor sich geht, selbst wenn die Rotation der in der grossen Körperhöhle enthaltenen Massen noch so lebhaft ist, ausserdem finden wir, dass bei den meisten Infusorien [1]) der Zustand der Rotation der gewöhnliche ist und der der Ruhe der inneren Massen nur ein vorübergehender, so dass wir wohl gezwungen sind, jenen Zustand, in welchem der Körper eine grosse Verdauungshöhle einschliesst, als den normalen anzusehen.

Den Ansichten Ehrenbergs gegenüber entwickelte bekanntlich Dujardin seine Sarcode- und Vacuolen-Theorie [2]), nach welcher der ganze Körper der Infusorien nur aus formloser, beweglicher, thierischer Substanz besteht, in welche die Nahrungsstoffe hineingedrückt, oder von Wimpern hineingewirbelt werden, und in der sich an beliebigen Stellen Hohlräume (vacuoles) bilden können, welche sich mit einer durchsichtigen Flüssigkeit anfüllen, die wie die ganze Masse, aus der das Thier besteht, von Dujardin Sarcode genannt wird. Diese Ansicht wird in ihrer ursprünglichen Fassung jetzt nur wenig anerkannt [3]), und wir können sie mit der

1) Bei allen, welche einen offen stehenden bewimperten Oesophagus haben (siehe unten).

2) Histoire naturelle des Zoophytes. — Man kann diese Theorie als eine Ausführung der Idee betrachten, welche im vorigen und dem Anfange dieses Jahrhunderts bis auf Ehrenberg die meisten Anhänger zählte, nach der die Infusorien nur belebter Schleim seien.

3) Perty stützt sie in seinem Buch: „Zur Kenntniss kleinster Lebensformen", durch möglichst oberflächliche und ungenaue Abbildungen. — Im vergangenen Jahre hat Herr Perty ein Sendschreiben erlassen, in welchem er Ehrenberg auf die schonungsloseste, man kann wohl sagen unverantwortlichste Weise angreift und vollkommen die grossen Verdienste dieses Forschers um die Infusorienkunde vergisst. Ganz ohne Rücksicht darauf, ob und wie weit die ausgesprochenen Vorwürfe wahr sind, ist doch jedenfalls die Fassung derselben durchaus nicht anzuerkennen, und möchte am wenigsten Herr Perty Ursache zu einer solchen Sprache haben, da man einen grossen Theil seiner Beschuldigungen mit geringer Veränderung einiger Namen mit demselben oder grösserem Rechte gegen Perty selbst wenden könnte.

Modification, welche sie in Deutschland erlitten hat, gemeinschaftlich besprechen, da wir in beiden besonders die Ansicht zu bekämpfen haben werden, dass die im Innern des Infusorienkörpers rotirende Masse als ein Theil des Körperparenchyms zu betrachten sei, während wir sie vielmehr mit Ehrenberg nur als Chymus, als Inhalt einer Verdauungshöhle betrachten können.

Die Hauptmodification, welche man in Deutschland mit Dujardins Ansicht vornahm, ist bekanntlich die weitere Ausbildung der von Meyen 1839 ausgesprochenen Analogie eines Infusoriums mit einer thierischen oder pflanzlichen Zelle, deren sich besonders v. Siebold[1]) und Kölliker[2]) angenommen haben. Nach ihnen sollte der ganze Infusorienkörper also aus einer Zellmembran und dem zähflüssigen Inhalt bestehen, welche beide contractil seien (die contractile Stelle oder „Samenblase" nach Ehrenberg war dann nur ein contractiler Theil des Zellinhaltes), als Zellkern sah man den von Ehrenberg als Hoden betrachteten Körper und fand in einem, nicht selten in demselben, bei vielen aber (wunderbar genug für die Zellentheorie) neben demselben liegenden Körperchen den Nucleolus der Zelle. Daran, dass die Zelle eine Oeffnung, den Mund hatte, von der ein Rohr als Oesophagus in das Innere derselben herabhing, nahm man keinen Anstoss. Eine Afteröffnung leugnete man meist,

---

Man entschuldige, wenn ich als Beweis einen der stärksten Ausdrücke Pertys hier in solcher Veränderung abdrucke, wobei ich die Abweichungen vom Pertyschen Originale durch Hinzufügung seiner Ausdrücke in Parenthese angebe: .... Aufstellung jenes lächerlichen Monstrums: Phytozoidien (Polygastern), in welchem die unverträglichsten Dinge: sicher thierische, fressende Infusorien, Wesen zweifelhafter Stellung, entschiedene Pflanzen mehrerer Gruppen (Rhizopoden, Infusorien, Phytozoidien, entschiedene Pflanzen mehrerer Gruppen) — zu einem ungeheuerlichen Ganzen verkoppelt sind....

1) Besonders in v. Sieb. und Köll. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. I. pg. 270 etc.

2) Ebendas. I. pg. 200. Die Lehre von der thierischen Zelle in Schleiden und Nägelis Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik. 1845 etc.

nahm an, dass die unbrauchbaren Stoffe an irgend einer Stelle durch die Zellwand herausgedrängt würden, höchstens nahm man eine besondere Gegend der Zellwand als Afterregion an, welche besonders dazu geeignet sei.

Mag man nun auch a priori das Dasein einzelliger Thiere für möglich halten, so wird man sie doch nicht in den Infusorien sehen dürfen, wenigstens nicht in denen, welche der Beobachtung zugänglicher sind: den grösseren, besonders den Enterodelen Ehrenbergs; die kleineren, daher schwerer zu beobachtenden, müssen dann doch wohl der Analogie nach beurtheilt werden, bis wir sie besser zu beobachten verstehen. Will man auch an der merkwürdigen Lage des Nucleolus ausserhalb des Nucleus bei vielen Infusorien, der Anwesenheit von einer, bei Acinetinen, wie wir unten zeigen werden, vielen Mundöffnungen, von Oesophagus und von einer zweiten, der After-Oeffnung (deren Vorhandensein wir beweisen werden) keinen Anstoss nehmen [1], so ist doch noch Vieles gegen die Zellentheorie einzuwenden, was wir besonders den Beobachtungen Cohns verdanken.

Cohn zeigte [2]), dass bei den Ciliaten ausser der dünnen Wimpern tragenden Haut des Körpers, also der Zellmembran nach den früheren Anschauungen, noch zwei Schichten des Körpers zu unterscheiden sind, die innere rotirende und eine oft ziemlich dicke, diese umgebende, ruhende „Rindenschicht" [3]); er betrachtet nun diese Rindenschicht als die Zellmembran, welche nach aussen von einer bewimperten Cuticula umgeben sei, und sieht nur die innere, häufig rotirende Schicht als Zellinhalt an.

Die Cuticula, welche bei den Pflanzen meist als ein erhärtetes Zellsecret angesehen wird, soll nun bei den rings bewimperten Infusorien kleine vierseitige Pyramiden tragen, auf deren Spitzen je eine Wimper; diese sind in meist spi-

1) Der Begriff der Zelle würde freilich dadurch schon merkwürdig verschoben und verlöre durch zu grosse Ausdehnung alle Bedeutung.

2) v. Sieb. und Köll. Zeitschr. III. pg. 257. V. pg. 420.

3) Man unterscheidet sie sehr gut an mit Chromsäure behandelten Infusorien.

ralen sich kreuzenden Reihen angeordnet[1]). Die angebliche Zellmembran oder Rindenschicht schliesst die contractile Blase und von ihr ausgehend ein System von Gefässen ein (siehe unten); ausserdem enthält sie häufig Chlorophyllkugeln oder farblose Kugeln von derselben Gestalt, von Ehrenberg für Eier gehalten, über deren Bedeutung noch keine Beobachtungen vorliegen; in manchen Infusorien, besonders den Ophryoglenen (hier das Zerfliessen des Thieres lange überdauernd), und (weniger resistent) in mehreren Paramecienarten (*P. Bursaria* Focke, *P. Aurelia*, *P. caudatum* und *Bursaria Leucas*[2])) finden sich spindelförmige Stäbchen, aus denen Allman Nesselfäden hervortreten gesehen haben will[3]), in der Rindenschicht. Bei den Vorticellen werden wir weiter unten noch in derselben eine contractile Schicht als Fortsetzung des Stielmuskels zu beschreiben haben. Einen so complicirten Theil können wir wohl nicht als die Membran einer Zelle betrachten; ich glaube vielmehr, dass diese „Rindenschicht" (nach Cohn) vielmehr als das Körperparenchym der Infusorien

---

1) Bei dem *Stentor polymorphus* (zu dem auch *St. Roeselii* und *Mülleri* zu ziehen sind) stehen dazwischen noch einzelne längere Haare, ähnlich den Haaren mancher Turbellarien (Fig. 9), ebenso bei einer den Stentoren verwandten, weiter unten zu beschreibenden Infusorienart. Die in den Familien der Oxytrichinen und Euploteen (und den Aspidiscinen Ehbgs.) vorkommenden fussartigen Haken (uncini) und am Körper eingelenkten Griffel (styli) sind bekannt; von jenen ist ein Theil, die nachschleppenden, bei verschiedenen Euploteen, z. B. *Euplotes patella*, an der Spitze in mehrere bis 8 Theile zerschlitzt, von den Griffeln trägt bei *E. patella* der eine eine Anzahl kleiner Seitenzweige.

2) Siehe O. Schmidt 1849 pg. 5.

3) Aehnliche nur weit dickere Körperchen, welche den Nesselorganen der Campanularien täuschend ähnlich sahen, fand ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde Hrn. E. Claparède in einem wahrscheinlich zu den Acinetinen zu rechnenden, auf Campanularien schmarotzenden Thier, das wir bei einer andern Gelegenheit beschreiben werden; bei den aus dem Mutterleibe hervorgequetschten, ovalen, auf einer Seite bewimperten Embryonen konnten wir uns überzeugen, dass diese Körperchen je zwei bis neun von einer eigenen rundlichen Blase (Zelle?) umschlossen waren.

anzusehen ist, während die rotirende Masse nur den Inhalt einer grossen Verdauungshöhle oder eines Magens ausmacht, also als Chymus betrachtet werden muss, und die „Cuticula" Cohns die eigentliche Körperhaut der Infusorien bildet.

Die „Rindenschicht" ist nämlich allein contractil, bei zerrissenen Infusorien sieht man nicht selten Stücke derselben noch sich contrahiren, während die hervorquellende innere Masse, der Chymus, dies nie thut. Wird ein Infusorium von einer Acinete ausgesogen, so kann sich die Rindenschicht oder das Körperparenchym oft noch lange contrahiren, und die in ihm gelegene contractile Blase bisweilen noch Stunden lang ihre Contractionen fortsetzen; ja ich beobachtete eine *Stylonychia*, welche, obgleich ihr ein bedeutender Theil des Chymus von einer Acinete ausgesogen war, sich noch theilte, so dass der eine Theilungssprössling lustig davonschwamm, und nur die andere Hälfte des alten Thieres zu Grunde ging. Dies scheint doch einigermassen zu beweisen, dass die ausgesogene Masse nicht das eigentliche Körperparenchym darstellt, und da sie nur als eine zähflüssige Masse die grosse Leibeshöhle ausfüllt und mit den Nahrungsstoffen, besonders wenn keine Bissen gebildet werden, vermischt wird, so ist es wohl das Natürlichste, sie als Chymus zu betrachten. Dass wir bei solchen Infusorien, welche Chlorophyllkörperchen in ihrer Körpersubstanz enthalten, bisweilen auch einzelne derselben in der rotirenden Masse antreffen, kann noch nicht gegen diese Ansicht sprechen, da sie ja leicht vom Körperparenchym losgelöst und so in die Chymusmasse gekommen sein können. Der Nucleus ragt freilich in die Chymusmasse hinein; allein für gewöhnlich scheint er doch an das Körperparenchym angeheftet zu sein, da wir ihn nicht mit der Chymusmasse rotiren sehen [1]); Stein sah bei *Opercularia berberina* den Nucleus bisweilen durch einen dagegen

1) Wenn er sich theilt, wie dies gewöhnlich zur Entwickelung von Embryonen geschieht (siehe unten), so lösen sich meist einzelne Theilungsstücke und rotiren mit dem Chymus. Wenn Siebold in seiner vergleichenden Anatomie pg. 24 sagt, er habe oft ein Infusorium um seinen Nucleus rotiren gesehen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass

stossenden Bissen ein wenig aus seiner früheren Lage kommen, da er aber bald wieder in dieselbe zurückkehrte, so kann dies eher für, als gegen seine Anheftung sprechen. Bei verschiedenen Individuen derselben Art nimmt der Nucleus nicht immer dieselbe Stellung ein, ein Umstand, der sich wohl durch die Theilung erklären lässt, da bei der Quertheilung eines Infusoriums, z. B. bei welchem der sich gleichfalls theilende Kern etwa in der Mitte liegt, der eine Theil des Kerns in den hintern Theil des vordern Theilungssprösslings zu liegen kommen wird, während der andere Theil den vordern Theil des hintern Sprösslings einnehmen wird.

Das Körperparenchym der Infusorien gleicht in manchen Beziehungen dem der Turbellarien, in anderen dem der Polypen; sie nähern sich den letzteren besonders auch durch den Besitz einer grossen Verdauungshöhle, in welche, wie bei den Actinien, meist ein unten offener Schlauch (Oesophagus) hinabhängt. Ob die Wand dieser Verdauungshöhle oder dieses Magens mit dem Körperparenchym eins, oder von ihm geschieden ist, lässt sich meist jetzt nicht entscheiden, doch scheint das erstere der Fall zu sein; nur bei *Trachelius Ovum* sehen wir eine besondere Magenwand durch mit Flüssigkeit erfüllte Lücken von dem übrigen Körperparenchym getrennt, und so einen baumartig verzweigten Canal darstellen, den man freilich nicht mit dem gleichzeitig vorhandenen Nucleus verwechseln muss [1]).

Die Verdauungshöhle der Infusorien (sicher wenigstens die

er einen rotirenden Embryo (die damals ja noch nicht bekannt waren) für den Nucleus gehalten habe.

1) Dass diese von Ehrenberg beschriebene und von Anderen bestrittene Struktur wirklich vorhanden sei, bestätigte mir Herr Dr. Lieberkühn, ehe ich Gelegenheit gehabt, sie selbst genauer zu untersuchen; als ich diese später reichlich hatte, konnte ich mich von der Richtigkeit der Angabe überzeugen. Man sieht die gefressenen Thiere (*Trachelius Ovum* gehört zu den gefrässigsten Räubern) stets in den Verzweigungen des Magens, ausser bei gequetschten Thieren, in den hellen Lücken zwischen denselben liegen. Die hellen, runden Stellen im Körperparenchym sind allerdings keine Magen, sondern contractile Stellen.

der bewimperten und einiger geisselführenden) besitzt ausser dem Munde eine zweite Oeffnung, den After. Dieser ist freilich von den meisten Gegnern Ehrenbergs geleugnet, allein eine sorgfältige, längere Beobachtung eines Individuums wird immer zeigen, dass die Faeces stets an derselben Stelle des Körpers excernirt werden; bei manchen Infusorien kann man oft selbst längere Zeit vor und nach einer Excretion den After als eine kleine Grube auf der Oberfläche des Thieres erkennen (häufig bei *Paramecium Aurelia*, *P. Bursaria* Focke, *Stentor*). Dass nicht die Faeces an irgend einem Theile der Körperoberfläche durch das Parenchym durchgedrängt werden können, beweist besonders die genauere Beobachtung des *Spirostomum ambiguum* und einiger neuer mit den Stentoren in eine Familie zu vereinigender Thiere. Bei dem ersteren liegt der After an dem hinteren Ende des Thieres, dicht vor demselben die sehr grosse contractile Blase; bei voller Expansion scheint diese Blase nur von einer dünnen Haut umgeben, dennoch sieht man Kothballen, oft mehrere gleichzeitig an verschiedenen Seiten der Blase, die beiden Blätter der scheinbar einfachen Bedeckung auseinanderdrängen, und sowohl nach der Blase als nach der Körperoberfläche oft fast halbkuglige Hervorragungen bilden. Wenn Kothmassen durch das Körperparenchym durchzudringen pflegten, so müsste man dies wohl hier bei so bedeutender Spannung desselben erwarten; ebenso müsste man ein Hineintreten der Kothmassen in die contractile Stelle erwarten, falls sie nicht eine Blase, sondern nur eine Lücke im Körperparenchym ohne eigene Wände wäre. Keines von beiden aber erfolgt, die Kothmassen werden nicht eher aus dem Körper ausgeschieden, als wenn sie bei dem After am hintern Körperende angelangt sind. Eine ähnliche starke Expansion eines dünnen Körpertheils durch Fäcalmassen, ohne dass diese ihn durchbrächen, sehen wir, wie erwähnt, bei einigen neuen Stentorinen, die sich dadurch von der Gattung *Stentor* unterscheiden, dass der Theil des Körperparenchyms, welcher die Wimperspirale und den After (der bei allen Stentorinen auf der Rückseite des Körpers dicht unter

der Wimperspirale liegt (Fig. 6. 7. und 8. e), nicht mit dem Munde in einer gemeinschaftlichen Grube) trägt, zu einem dünnen Fortsatz ausgezogen ist. Bei der einen Gattung, von welcher ich gemeinschaftlich mit Herrn Claparède im Meere an der norwegischen Küste zwei Arten (die eine ist O. F. Müllers *Vorticella ampulla*) heobachtete und an einem andern Orte beschreiben werde, ist dieser breit, blattförmig, am Rande die Wimperreihe tragend, während der After weit oben auf der Rückseite des dünnen Blattes liegt. Bei der andern von mir im Süsswasser bei Berlin beobachteten Gattung *Chaetospira m.* (Fig. 6 u. 7) ist der Fortsatz schmal stabförmig, die Wimperreihe beginnt an seinem freien Ende und wird erst bei der Action durch Aufrollen des Fortsatzes zu einer Spirale; der Fortsatz trägt auch hier den After. Bei beiden treten oft Fäcalmassen (z. B. bei m Fig. 6), die dikker sind als der Fortsatz bei seiner Ausdehnung, durch ihn bis zum After (e), ohne, trotz der grossen Expansion der Wände des Fortsatzes, sie zu durchbrechen.

Vor dem After vereinigen sich nicht selten mehrere Kothballen zu einem grossen Haufen, um gemeinschaftlich excernirt zu werden. Soll eine Excretion erfolgen, so sieht man den After sich öffnen (oft schliesst er sich noch einmal, ehe der Austritt der Massen erfolgt, um sich dann erst wieder zu öffnen) und dann die Kothmassen oft langsam ausgestossen werden.

So haben wir also bei den Infusorien den Verdauungsapparat als eine grosse mit Chymus erfüllte Verdauungs- oder Magenhöhle mit Mund und After kennen gelernt. Bei den Vorticellinen sahen wir vom Munde einen innen bewimperten Oesophagus herabhängen, welcher sich nach unten zum Pharynx erweitert. Den innen bewimperten Oesophagus finden wir noch bei vielen Infusorien, eine Erweiterung desselben zum Pharynx ist bei keiner andern Familie nachzuweisen.

Am deutlichsten sieht man den innen mit feinen Wimpern besetzten Schlund, der, ohne sich zum Pharynx zu erweitern, unten schräg abgestutzt endet, bei den Paramecien und verwandten Gattungen. Bei diesen theils rings, theils nur

auf einer grössern Strecke des Körpers mit gleichmässigen feinen Wimpern versehenen Thieren, bei denen nicht eine Reihe stärkerer Wimpern zum Munde führt, sieht man, nachdem ein Bissen vom Oesophagus in die Verdauungshöhle abgestossen ist, deutlich diesen etwas schräg enden, bald wird dann durch sein unteres Ende ein Tröpfchen Wasser mit den darin enthaltenen kleinen Theilchen gegen die zähflüssige ihn begrenzende Chymusmasse gewirbelt, der Tropfen wird immer grösser und ist rings vom Chymus umgeben, nur an der einen Seite legt sich das untere Ende des Oesophagus an ihn an. Hat der so gebildete Bissen eine gewisse nicht immer gleiche Grösse erlangt, so wird er in die Chymusmasse gestossen, wo er sich dann ebenso verhält, wie dies von dem anfangs spindelförmigen Bissen der Vorticellinen beschrieben ist, auch bald an den Rotationen des Chymus Theil nimmt. Wie bei den Vorticellinen kann auch bei diesen, wie bei allen mit bewimpertem Schlund versehenen Infusorien, offenbar bei geänderter Beschaffenheit des Chymus, das Wasser mit der Nahrung, statt in Tropfen oder Bissen vereinigt zu werden, gleich dem Chymus beigemischt werden. Der After liegt bei diesen Infusorien (den Colpodeen Ehbgs., mit Ausnahme der Amphileptus- und Uroleptus-[1])

---

1) Ich ziehe mit Focke *Loxodes Bursaria* Ehbgs. zu *Paramecium*, da mir die Lage des Afters am hintern Ende des Thieres zu einer generischen Trennung dieses Thieres von den vollkommen verwandten Paramecien nicht zu genügen scheint, indem bei *Paramecium colpoda* der After schon dem hintern Ende sehr nahe gerückt ist, was noch mehr bei einem farblosen dem farblosen *P. Bursaria* sehr nahe stehenden neuen *Paramecium* der Fall ist. Jedoch glaube ich nicht mit Perty den Namen O. F. Müllers *Paramecium versutum* wieder aufnehmen zu dürfen, da die Synonymie vor Ehrenberg fast nie Sicherheit gewährt, ich glaube deshalb nie einen ältern Speciesnamen für ein Infusorium wieder einführen zu dürfen, wenn ein Ehrenberg-scher für dasselbe existirt, selbst wenn es nicht unwahrscheinlich ist, dass ein älterer Name von ihm übersehen worden. Diese Maxime scheint mir ebenso berechtigt, wie die, in anderen Theilen des Thier- oder Pflanzenreichs die Speciesnamen Linnés selbst den älteren vorzuziehen, da man sonst in eine nicht zu lösende Namensverwirrung gera-

Arten, Cyclidinen Ehbgs., *Glaucoma*) an der Bauchfläche nahe dem hintern Ende oder am hintern Ende selbst. Eine Anzahl dieser Infusorien besitzt vor dem Munde noch einen eigenen Apparat, der aus Borsten oder einer gefalteten Membran besteht; welches von beiden der Fall ist, ist schwer zu entscheiden (*Paramecium Chrysalis* Ehbg. = *Pleuronema* Duj., *Cyclidium* Ehbg., *Alyscum* Duj., Pertys Aphthonier); bei einigen scheinen die Ränder der Mundspalte zu zwei beständig bewegten Klappen verlängert (*Glaucoma*, *Cyclidium margaritaceum* Ehbg. = *Cinetochilum margaritaceum* Perty; die Familie der Cinetochilinen Pertys).

Ebenso wie bei diesen (Colpodeen etc.) ist der Verdauungsapparat bei vielen anderen Infusorien, nur führt noch eine besondere Reihe von Wimpern, die sich durch grössere Stärke und Länge von den übrigen den Körper bedeckenden Wimpern unterscheiden, zum Munde (so bei den Bursarien, *Spirostomum*, den Stentorinen). Diese Wimpern bilden dann meist eine nach rechts offene Bogenlinie, oder wie bei *Spirostomum* und den Stentorinen eine Verlängerung einer solchen, nämlich eine links gewundene Spirale (Fig. 6 – 8. bf). Bei den Bursarien und *Spirostomum* liegt der After am hintern Körperende, bei den Stentorinen (Fig. 6 – 8. e) auf dem Rücken dicht unter der Wimperreihe [1]).

---

then muss, da verschiedene Autoren manche der älteren Speciesnamen auf sehr verschiedene Species beziehen.

1) Die neue Stentorinengattung *Chaetospira* habe ich schon oben charakterisirt. Ich habe bis jetzt 2 Arten derselben aus dem süssen Wasser bei Berlin kennen gelernt: die eine *Ch. Mülleri m.* (Fig. 6 u. 7) ist schlank, die Anfangswimpern (b) der Wimperreihe etwas, doch nicht auffallend länger und stärker als die übrigen; bei der Aufrollung bildet der die Wimperreihe tragende Fortsatz mehr als einen Umlauf der Spirale; das Thier bewohnt flaschenförmige, hornig erhärtete Hülsen, welche ich bis jetzt nur in den geöffneten Zellen zerrissener Blätter von *Lemna trisulca* fand. Die zweite Art, *Ch. mucicola m.*, bewohnt Schleimröhren, ist kürzer, gedrungener; der aufgerollte Fortsatz bildet nicht einen ganzen Umlauf der Spirale, die Anfangswimpern sind bedeutend länger als die übrigen, besonders die erste fast noch einmal so lang und stark als die meisten. Beide Arten sind, wie alle

In den Ehrenbergschen Familien der Oxytrichinen, Enploteen und Aspidiscinen finden wir ebenso wie in den vorigen einen innen bewimperten Oesophagus (Fig. 10. h) nnd eine nach rechts offene Bogenlinie von starken znm Munde (Fig. 10. f) führenden Wimpern (Fig. 10. bf). Ansser den Wimpern der Körperoberfläche oder noch hänfiger ohne diese finden wir aber eigenthümliche stärkere Bewegungsorgane, deren Zahl und Anordnnng znr Unterscheidnng der Arten und Gattungen dienen können. Es sind dies zum Theil reihenweis gestellte sehr verdickte Wimpern, die ich Wimperborsten nennen möchte (Oxytrichinen), zum Theil eigenthümlich grnppirte kräftige, als Füsschen dienende, besonders an der Basis sehr starke Fortsätze, von Ehrenberg Haken (uncini) genannt[1]) (bei allen drei Familien); ausserdem kommen endlich noch die von Ehrenberg Griffel (styli) genannten, dentlich an der Basis eingelenkten, dünnen, borstenartigen Fortsätze am hintern Ende einiger Oxytrichinen und Euploteen[2]) vor. Der After liegt bei diesen Thieren in dem hintern Theile der Bauchseite (Fig. 10. e). Der innen bewim-

---

Stentorinen, rings mit feinen Wimpern besetzt; ob *Ch. Mülleri* anch wie *Ch. mucicola* und *Stentor polymorphus* längere Haare zwischen den Wimpern hat, kann ich noch nicht mit Gewissheit behaupten. Möglich ist es, dass die frei schwimmende *Stichotricha secunda* Pertys, die er zu den Oxytrichinen stellt, mit meinen Chaetospiren verwandt ist; doch ist seine Zeichnnng sehr nngenau, könnte vielleicht auch einen *Loxodes* oder *Amphileptus Fasciola* darstellen; da Perty anch die Lage des Afters, den er ebenso wie die contractile Blase nnd den Nucleus nie zeichnet, nicht angiebt, so wage ich nicht, seine *Stichotricha* zu den Stentorinen zu stellen; sollte sich herausweisen, dass sie zn denselben gehört, so würde sie als nicht hülsenbewohnende Gattnng der analogen hülsenbewohnenden *Chaetospira* zur Seite gestellt werden müssen.

1) Die vorderen dienen zum eigentlichen Kriechen oder Klettern, die hinteren könnte man passend Schleppfüsse nennen, da sie meist nachgeschleppt werden und nur bisweilen zum Nachschieben benutzt werden, diese sind bei einigen Arten, z. B. *Euplotes patella*, am Ende gespalten.

2) Dass von diesen Griffeln bei *Euplotes patella* einer kleine borstenförmige Zweige trägt, ist schon oben bemerkt.

perte Oesophagus, der bei den vorigen immer eine offene Röhre bildete, collabirt bei diesen häufig an seinem innern Ende und bildet so einen Uebergang zu dem Oesophagus der folgenden Gruppen.

Viele Infusorien haben nämlich einen ganz collabirten Oesophagus (der als vom Körperparenchym gesondertes, frei in die Verdauungshöhle hängendes Rohr vielleicht bei einigen ganz fehlt, wenigstens bis jetzt bei *Amphileptus*, den meisten Tracheliusarten, *Enchelys*, *Coleps*, *Trachelocerca* nicht von mir nachgewiesen werden konnte, sondern nur ein Canal durch das Körperparenchym zu sein schien), diese können dann meist nicht wie die bisher betrachteten rundliche Bissen formiren, sondern verschlingen meist grössere Theilchen, die dann jeder für sich, oft selbst ohne mitverschlungenes Wasser in die Leibeshöhle gelangen. Ob der Oesophagus dieser Thiere innen mit Wimpern versehen ist, ist sehr schwer zu bestimmen. Bei einigen, z. B. *Coleps*, scheint es fast so; diese schwimmen an irgend welche schleimige Masse, etwa ein zerflossenes Infusionsthier, heran, drängen das vordere Körperende dagegen, öffnen den gewöhnlich geschlossenen Mund und den Oesophagus weit, so dass dieser einen weiten Canal bildet; dann bewegt sich die vor ihnen liegende Masse scheinbar ohne Schlingbewegungen des Coleps durch diesen Canal in seine Leibeshöhle, kann also wohl nur durch Wimperbewegung hineingetrieben sein. Bei anderen scheinen dagegen die Wimpern im Oesophagus zu fehlen, so bei *Amphileptus*, *Enchelys*, *Trachelius*; diese machen nämlich förmliche Schlingbewegungen, um ihre Beute, meist nicht unbedeutende Infusorien, zu bewältigen, sie schieben sich gleichsam mit Schlingbewegungen, ähnlich wie die Schlangen, über dieselbe, bei ihnen gelingt dann Farbefütterung nur sehr selten, und die Farbe bildet nie magenartige Bissen, ausser wenn sie als solche in gefressenen Infusorien sich befand. Der Mund liegt bei diesen Thieren bald am vordern Ende (*Coleps*, *Enchelys*), bald nicht (*Trachelius*, *Amphileptus*), der After bald hinten, bald nicht.

Dieser Gruppe von Infusorien schliessen sich nun dieje-

nigen mit eigenen stäbchenartigen Verdickungen, fischreusenartigen Zähnen Ehbg., des gleichfalls collabirten Oesophagus an. Meist erstreckt sich hier der Oesophagus als zusammengefallener Schlauch noch viel weiter als dieser Stäbchenapparat, z. B. bei *Chilodon cucullulus* fast bis an das hintere Ende des Thieres. Der Mund, der nicht selten hervorgestreckt werden kann, liegt bald am vordern Ende des Thieres (*Prorodon*), bald nicht (*Chilodon*, *Nassula*, *Liosiphon*, *Trachelius Ovum* [1])). Der After liegt meist am hintern Ende des Thieres, bei einigen jedoch nahe dem hintern Ende am Bauch (*Chilodon cucullulus*, hier fast am rechten Körperrande). —

In ähnlicher Weise wie bei den letztgenannten Gruppen von bewimperten Infusorien scheint auch bei dem grössten Theil der mit Geisseln versehenen die Nahrungsaufnahme zu geschehen. Obgleich schon Ehrenberg bei Monadinen und Cryptomonadinen Nahrungsaufnahme gesehen zu haben angibt und Farbetheilchen in Thieren aus diesen Familien abbildet, so leugneten doch Viele diese und glaubten sie entweder ins Pflanzenreich als einzellige Pflanzen verweisen zu müssen, oder sahen sie als mundlose Thiere an. Erst Cohn bestätigt wieder [2]) das Fressen dieser Thiere, und auch mir gelang es, dies bei vielen zu sehen; ich sah nicht nur Farbetheilchen im Innern des Körpers, von denen man immerhin wegen der Kleinheit des Objects hätte zweifelhaft sein können, ob sie wirklich im Innern desselben enthalten seien, sondern ich beobachtete auch ein paar Mal Monadinen, welche eine kleine Bacillarie enthielten, deren bald darauf erfolgende Excretion in der Nähe des hintern Endes der Monadine mir auch die Anwesenheit eines Afters wahrscheinlich machte. Im vorigen Sommer beobachtete auch Herr Prof. J. Müller gemeinschaftlich mit Hrn. E. Claparède und mir ein Thierchen in grosser Anzahl, das vielleicht *Bodo grandis*

1) Bei dem letztern verdanke ich die Kenntniss des Stäbchenapparates Herrn Dr. Lieberkühn.

2) Entwickelungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze pg. 62 (Nova acta Acad. Caes. Leopold. Vol. XXIV. P. I. pg. 162).

Ebbg., vielleicht aber auch eine Astasie war, und Vibrionen, welche es selbst 2–4 mal an Körperlänge übertrafen, frass; die Thierchen nahmen dadurch die wunderlichsten Formen an, der Mund war dicht neben der Insertion der Geissel. In allen durchsichtigen Thieren aus diesen Familien kann man mit einiger Aufmerksamkeit eine bis mehrere contractile Blasen erkennen, von undurchsichtigeren liessen mich *Chilomonas Paramecium* und *Cryptomonas ovata* gleichfalls eine solche im vorderen Theile des Körpers mit ihren Contractionen beobachten.

Diesen Thieren scheinen die Volvocinen, Astasiäen und Dinobryinen angereiht werden zu müssen, wenigstens die, welche eine contractile Stelle besitzen, wenn man auch das Fressen bei ihnen noch nicht beobachtet hat. Dass sie wirklich keine Nahrung in eine Verdauungshöhle aufnehmen, ist noch gar nicht bewiesen. Perty will in einzelnen Fällen sehr feine Pflanzenfasern in Englenen gefunden haben; aber selbst wenn wir diese Angabe nicht für genügend betrachten, um das Fressen zu beobachten, so haben wir doch in neuester Zeit bei Infusorien Arten der Nahrungsaufnahme kennen gelernt, die möglicherweise auch bei Volvocinen etc. vorkommen könnten, wo es dann gar nicht wunderbar erscheinen würde, dass man sie erst so spät entdeckte. Hat nicht erst Claparède [1]) uns den Vorgang des Fressens bei *Actinophrys* genauer kennen gelehrt? wenn eine solche Art des Fressens durch Aufnahme der Speise in einen plötzlich hervortretenden Fortsatz auch bei den genannten Wesen stattfände, so würde er bei ihnen selten zu beobachten sein, und nur ein günstiger Zufall würde es sein, wenn man den kurzen Augenblick des Fressens wahrnehme; bestände die Nahrung nun aus leicht zerfliessenden kleinen Monaden, so würden wir sie auch nicht im Körper des Thieres als solche erkennen. Ebenso schwer und selten würde die Beobachtung gelingen, wenn diese Thiere ähnlich wie die Acineten (siehe unten) andere Thiere durch zurückziehbare Saugrüssel aus-

1) Über *Actinophrys Eichhornii.* Müllers Archiv 1854 pg. 54.

sögen; dies ist um so weniger unwahrscheinlich, als Dr. Wagener[1]) der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin eine Beobachtung des Dr. Lieberkühn mittheilte, der ein gegeisseltes Infusorium an ein anderes heranschwimmen, dann sich mit einem aus dem hintern Ende vortretenden Fortsatz an dieses anheften und es durch denselben aussaugen sah. Allein selbst so lange das Fressen dieser Wesen noch nicht gesehen ist[2]), glaube ich, müssen wir sie der Analogie nach zu den Thieren rechnen. Eine contractile Stelle, wie ich sie bei einer grossen Zahl der genannten jetzt mit Sicherheit gesehen habe[3]), ist noch in keiner Pflanzenzelle oder der Spore einer sicheren Pflanze gesehen worden; direct darauf verwandte Bemühungen sind bis jetzt noch immer erfolglos gewesen. Deshalb glaube ich mit A. Schneider[4]), müssen wir diese mit contractiler Stelle versehenen Wesen denen beigesellen, welche ihnen äusserlich am meisten ähnlich sind und auch eine contractile Stelle besitzen: den Monadinen, also den thierischen Infusorien, so lange nicht bei unzweifelhafter Pflanzenzelle eine solche gefunden ist.

---

1) in der Julisitzung 1855.

2) Doch wird sich wohl bei allen im Wasser lebenden Infusorien ein Mund auffinden lassen und nur eine Anzahl der entozoischen, die Opalinen, als wirklich mundlos herausstellen. Zu den Opalinen sind jedoch *Bursaria cordiformis* Ehbg. und *B. intestinalis* Ehbg. nur fälschlich gerechnet, da sie einen Mund besitzen.

3) Cohn hält seine Beobachtung der contractilen Stelle bei *Chlamydomonas* und *Gonium* nicht für ausreichend, diese Wesen als Thiere zu betrachten. Ausser bei den genannten beobachtete ich noch mit Herrn Claparède die contractile Stelle bei *Syncrypta Volvox*, dann bei *Volvox*, wo die Lage derselben vollkommen richtig von Busk (Quarterly Journal for microscopical Science I. 1853.) angegeben ist. Ich kann Fockes Beobachtung der contractilen Stelle bei *Dinobryon Sertularia* vollkommen bestätigen und fand eine solche auch bei *Euglena viridis*; Herr Claparède sah sie bei *Euglena pleuronectes* und *E. Acus*. Bei den Euglenen ist das Auffinden der contractilen Stelle, ausser durch die Beweglichkeit der Thiere, noch besonders erschwert, dass sie gerade über oder dicht neben dem hellen von Ehrenberg als Markknoten gedeuteten Flecke liegt.

4) Müllers Archiv 1854 p. 203.

Bei den mit Geisseln und Wimpern versehenen Peridinien ist es noch nicht gelungen, eine contractile Stelle aufzufinden, dagegen machte ich mit Herrn Claparède an der norwegischen Küste Beobachtungen an *Peridinium tripus* [1]), *furca* und *fusus*, welche weiter fortgesetzt die Nahrungsaufnahme kennen zu lehren versprechen. Von der Insertion der Geissel an einer Seite des grossen Einschnittes, in der Höhe der Wimperreihe, geht nämlich ein heller Canal in den Körper des Thieres, welcher sich am Ende erweitert zu einer Höhle von wechselndem Durchmesser. Häufig nun sieht man die Geissel plötzlich spiralig zusammenschnellen und scheinbar verschwinden, nicht selten gelingt es dann zu sehen, dass sie in die erwähnte Höhle geschnellt ist, aus der sie dann bald in ihre frühere Stellung zurücktritt. Es scheint nun wohl der Mühe werth zu sein, darauf zu achten, ob nicht durch das Hineinschnellen der Geissel auch kleine Nahrungstheilchen in diese Höhle gelangen.

Der Streit über die Stellung der Bacillarien und Closterinen oder Desmidiaceen und Diatomeen ist wohl noch immer nicht als entschieden zu betrachten. Eine contractile Blase ist bekanntlich noch nicht bei ihnen gefunden; die Bewegung, die Theilung, die Entdeckung von Wimpern im Innern der Closterien durch Focke [2]) können den Streit nicht entscheiden. Die von Ehrenberg beschriebenen retractilen Pseudopodien haben die übrigen Forscher nicht erkennen wollen, die von Ehrenberg nachgewiesene Anwesenheit von Farbe in Wesen dieser Gruppen glaubt man auf andere Weise als durch das Fressen von unaufgelösten Farbetheilen erklären zu können, da leider der Act des Fressens nicht beobachtet wurde, und die Anhäufung der Farbe an bestimmten Stellen, die man dann für die Zellkerne dieser einzel-

1) Zahlreiche von uns angestellte Beobachtungen und Messungen von Uebergangsformen, sowie eine Anzahl uns freundlichst von Herrn Prof. Boek in Christiania mitgetheilte Zeichnungen scheinen den Beweis zu liefern, dass *P. tripus* und *megaceros* nicht spezifisch verschieden sind.

2) Physiologische Studien Heft I.

ligen Pflanzen hält, in der Entdeckung Hartigs [1]), dass die Zellkerne aller Pflanzen Farbe stärker annehmen, als andere Theile derselben, eine Analogie zu finden scheint.

Eine eigenthümliche, bis jetzt immer verkannte Art der Nahrungsaufnahme bleibt nun noch zu besprechen. Schon seit langer Zeit (schon seit O. F. Müller) weiss man, dass an den tentakelartigen, meist am Ende verdickten Strahlen der Acinetinen häufig andere Infusorien haften bleiben und dann, wenn es ihnen nicht gelingt, sich bald loszureissen, sterben. Schon O. F. Müller glaubte deshalb, dass die Acineten diese Thiere anssögen, auf welche Weise, darüber sagt er nichts, und konnte es auch mit seinen unvollkommenen Instrumenten nicht beobachten. Ehrenberg glaubte, die gefangenen Thiere würden einem zwischen den Strahlenbüscheln liegenden Munde genähert und durch diesen ausgesogen. Stein und Perty sprachen den Thieren einen Mund ab und warfen sie mit den Actinophryen zusammen; der erste unterschied deshalb wieder die fressenden (die eigentlichen Actinophrysarten *A. Eichhornii*, *sol.* mit *difformis* Ehrenberg und *A. oculata* St.) und die nicht fressenden Actinophryen (ungestielte Individuen von *Podophrya fixa*, also wirkliche Acinetinen [2])). An den Strahlen der letzteren sollten die sie berührenden Infusorien sterben, sich auflösen und dann die so entstehende Flüssigkeit endosmotisch von den Strahlen aufgenommen werden. Nach Perty würde der Tod der Infusorien durch ein Aufspiessen an den äusserst feinen Fäden der Acineten und *Actinophrys* bewirkt. Beide Vorstellungen waren wohl so paradox wie unrichtig, die eigentliche Art der Nahrungsaufnahme, wie sie am besten an den grösseren Arten, besonders der *Acineta ferrum equinum* Ehbg. [3]), nicht schwer zu beobachten, ist nämlich folgende. Berührt

1) Mitgetheilt in der Naturforscherversammlung in Göttingen 1854.

2) Zu diesen und zwar mit *Podophrya fixa* in dieselbe Gattung gehört auch *Actinophrys ovata* Weisses, die ich hier bei Berlin Gelegenheit hatte zu beobachten.

3) Sie ist später von Weisse als *Acineta cothurnata*, von Stein als diademartige Acinete beschrieben.

ein Infusorium die knopf- oder tellerartig erweiterte Spitze eines Acinetenstrahls, so bleibt es gemeiniglich daran haften, die Spitze dehnt sich noch mehr tellerförmig zu einer Saugscheibe aus, der Strahl verdickt und verkürzt sich; zugleich machen andere Strahlen des Thieres zugreifende Bewegungen und versuchen ihre sich zu Saugscheiben erweiternden Spitzen dem Gefangenen anzuheften. Gelingt es diesem nicht bald mit Hülfe grosser Anstrengungen sich loszureissen, wobei die Strahlen der Acineten oft gewaltig in Unordnung gerathen und verletzt werden, so beginnt die Acinete ihn auszusaugen. Jeder Strahl ist nämlich ein Saugrüssel und man sieht bald, wie in der Axe der Strahlen, welche nach Ergreifung einer Beute sich verkürzt und verdickt haben, ein Strom von Chymustheilchen aus der Verdauungshöhle des gefangenen Infusoriums bis in den Körper der Acinete verläuft. Im Körper der Acinete laufen die Chymustheilchen anfangs noch in einer schmalen Reihe, dann aber sammeln sie sich in einen Tropfen (Fig. 14), der, wenn auch durch andere Saugrüssel Tropfen im Chymus der Acinete gebildet sind, meist bald mit diesen verschmilzt. Ist erst eine etwas beträchtlichere Masse von dem Chymus des gefangenen Thieres in den Körper der Acinete übergewandert, so tritt allmälig eine auffallende Veränderung in seinem Aussehn ein: war er vorher blass und fast durchsichtig, nur ganz fein granulirt (Fig. 14), so treten jetzt hie und da grössere, dunkle, Fetttropfen ähnliche Kügelchen auf, die sich bald mehren, so dass der Körper, der gleichzeitig natürlich an Dicke zunimmt, ein dunkles, grobkörniges Aussehn gewinnt und undurchsichtig wird (Fig. 15). Die auftretenden Kügelchen oder Tröpfchen müssen erst im Acinetenkörper gebildet sein, da sie weit grösser sind, als die Chymustheilchen, welche man durch die Rüssel strömen sieht[1]). Das so ausgesogene Thier collabirt allmälig und stirbt, manche zerfliessen, wenn erst sehr wenig Chymus ihnen ausgesogen ist, andere leben

---

1) Diese Veränderungen im Aussehn des Körpers treten auch in anderen Infusorien auf, wenn sie Thiere, Infusorien gefressen haben

noch lange; bei grossen Thieren, *Stylonychia Mytilus*, *Paramecium Aurelia* etc., dauert das Aussaugen oft mehrere Stunden. — Ob die Acinetinen einen After besitzen, oder auf welche Weise sie die untauglichen Stoffe wieder von sich geben, konnte noch nicht ermittelt werden.

Ueber die Struktur und besonders den Verdauungsapparat der Rhizopoden (ausser den Foraminiferen d'Orbignys oder Polythalamien, die Amöböen, Arcellinen und Actinophryen umfassend)[1]) kann ich den Angaben der neuesten Autoren (besonders Max Schultzes über Polythalamien und Claparèdes über *Actinophrys*) nichts Neues hinzufügen. Ich sah das Strömen der Körnchen in den Fortsätzen der Polythalamien und *Actinophrys*, das Uebertreten derselben aus einem Fortsatz in einen andern mit ihm verschmolzenen bei Polythalamien, das Fressen und die Conjugation der *Actinophrys*, wie es durch die Genannten beschrieben ist; da wir über die Fortpflanzung derselben gleichfalls so gut wie gar nichts wissen, werde ich sie im Folgenden unberücksichtigt lassen. —

Von anderen Organen ausser der Haut und dem Verdauungsapparat sind als allen Infusorien gemeinschaftlich nur noch zwei zu nennen, welche Ehrenberg beide zum männlichen Geschlechtsapparat rechnen zu müssen glaubte Die von Ehrenberg als Eier betrachteten Kügelchen oder Pertys Blastien wirklich als solche zu betrachten, haben wir wohl bei dem jetzigen Stande der Infusorienkunde, da niemals das Ausschlüpfen von Jungen aus denselben beobachtet worden ist, und durch Auffindung von auf andere Weise gebildeten sehr kleinen Embryonen (die wir weiter unten besprechen werden), das theoretische Bedürfniss, das die For-

1) Denen sich in der Struktur nach den neuesten Beobachtungen Claparèdes (Monatsbericht der Akademie d. Wiss. zu Berlin 1855 pg. 674 u. f.), die ich so glücklich war, gleich nach seiner Entdeckung nachbeobachten und bestätigen zu können, die Acanthometren und wahrscheinlich noch andere Kieselskelette führende Wesen zweifelhafter Stellung (die Polycystinen Ehbgs., und vielleicht die Spongien und Thalassicollen) anzuschliessen scheinen.

scher zu dieser Deutung veranlasste, befriedigt ist. Die als Eier und als „Blastien“ betrachteten Kügelchen sind theils die im Körperparenchym einiger Infusorien theils gefärbten, theils farblosen (oben erwähnten) rundlichen Körper, theils Chymustheilchen, theils endlich die öltropfenartigen Kügelchen, welche wir nach thierischer Nahrung in den Infusorien auftreten sehen [1]).

Dass die von Ehrenberg für die beiden zu betrachtenden Organe, die contractile Stelle und den drüsenartigen Körper, vorgeschlagene Deutung der sichern Basis entbehrt und besonders für jene sehr unwahrscheinlich ist, ist schon von Andern genügend erörtert, doch hat man sich über ihre wahre Bedeutung noch nicht einigen können.

Die contractile Stelle (Samenblase nach Ehrenbergs Deutung) wird von den meisten Neueren, ausser O. Schmidt und E. Claparède, nach Dujardins Vorgang als ein wandungsloser Hohlraum (vacuole) betrachtet, der bald mehr ein Analogon eines Herzens [2]), bald mehr das eines excretorischen [3]) oder respiratorischen [4]) Wassergefässsystems darstellen soll. Um über diese Ansichten urtheilen zu können, müssen wir zuerst das Verhalten der contractilen Stelle etwas genauer ins Auge fassen, und da erscheinen uns besonders die Infusorien wichtig, bei denen wir Fortsätze oder Ausläufer an derselben erkennen können.

Bei *Paramecium Aurelia* und einigen anderen Infusorien sind zuerst von Ehrenberg strahlige Ausläufer der contractilen Stellen erkannt. Ist die contractile Stelle gefüllt und weit offen, so sind die Strahlen nur als feine Linien

---

1) Auch die gelben Eier der *Bursaria flava* Ehbg. scheinen gefärbte Fetttröpfchen zu sein.

2) Wiegmann in: Wiegmanns Archiv 1835. I. pg. 12. v. Siebold in: Vergleichende Anatomie etc.

3) Bergmann und Leuckart in: Vergleichende Anatomie pg. 184 und pg. 214.

4) O. Schmidt, der jedoch die Anwesenheit von Wänden der Blase annimmt. Frorieps Notizen 1849 pg. 5 u. f. Vergleichende Anatomie pg. 220.

oder bei ungünstigem Licht selbst gar nicht zu bemerken; bei der plötzlichen Contraction jener aber schwellen sie plötzlich zuerst dicht an der Stelle der verschwundenen contractilen Blase mit birnförmigem Anfang an. Bei günstiger Beleuchtung und Thieren, die den richtigen Grad der Durchsichtigkeit besitzen, kann man die Strahlen bei *Paramecium Aurelia* bis über die Hälfte des Thieres verfolgen, und es gelingt bisweilen eine gabelige Theilung eines oder des andern derselben zu sehen. Bei dem langsameren Wiedererscheinen der contractilen Stellen schwellen sie allmälig ab und sind fast ganz verschwunden oder auf feine Linien reducirt, wenn jene ihre volle Ausdehnung erlangt hat. Diese Ausläufer sowohl, als die contractilen Stellen liegen, wie bei allen Infusorien, dicht unter der Haut (Cuticula nach Cohn) in dem Körperparenchym (Rindenschicht oder Zellhaut nach Cohn).

Bei vielen Vorticellen finden wir von der contractilen Blase gleichfalls Fortsätze ausgehend (Ehrenberg gibt schon an, die contractile Blase des *Carchesium polypinum* häufig ziemlich gelappt, fast strahlig gesehen zu haben); von diesen konnte ich besonders einen bei *V. nebulifera*, *campanula*, *Carchesium polypinum* bis dicht unter die Haut der Wimperscheibe verfolgen, der von oben gesehen einen länglichen Durchschnitt darbot (Fig. 3. k). Von diesem scheint ein feiner Ausläufer an der obern Wand des Vestibulum quer über dasselbe zur andern Seite zu verlaufen; wenigstens sah ich einen dünnen Fortsatz, welcher wie ein kurzer Vorhang von der der Wimperscheibe zugekehrten Seite in das Vestibulum herabhängt (in Fig. 3 stellt ihn die breite punktirte Linie, welche von k quer über das Vestibulum verläuft, dar), anschwellen, wenn der erwähnte Fortsatz in Folge der Contraction der contractilen Stelle anschwoll.

Im *Dendrosoma radians* Ehrenbg. läuft ein feines Gefäss durch die ganze Länge des Körpers und schickt Aeste in die Aeste desselben; theils in den Aesten, theils im Stamm ist es mit einer Anzahl von contractilen Stellen versehen.

Ausgezeichnet deutlich sieht man bei dem grossen *Stentor polymorphus* (*Roeselii* und *Mülleri* inbegriffen) die Ausläufer

der contractilen Stelle und kann bei ihm einen nicht unbedeutenden Theil eines Gefässsystems erkennen. Die grosse contractile Stelle liegt etwas links vom Oesophagus nahe der Stirnebene (Fig. 8. k). Von ihr aus geht ein Längsgefäss bis an das hintere Ende des Thieres und ein Ringgefäss um die Stirn dicht unter der Stirnwimperreihe. Beide sind auch während der Expansion der contractilen Blase sichtbar, schwellen aber wie die Gefässe bei den schon erwähnten Infusorien bei der Contraction derselben plötzlich an; das Längsgefäss zeigt hierbei gewöhnlich bedeutende Erweiterungen, die man leicht bei oberflächlicher Beobachtung für selbstständige, nicht verbundene Hohlräume (vacuoles) halten kann (Fig. 8 und 9, letztere Figur zeigt einen schematischen Durchschnitt eines Theils vom hintern Ende des *Stentor*, in dessen Parenchym man links die Dilatationen des Längsgefässes sieht). Das Ringgefäss zeigt ein mehr gleichmässiges Lumen, nur ein paar rundliche Dilatationen treten an ihm auf, eine dicht neben dem After auf der Rückseite des Thieres, die andere dicht neben dem Oesophagus auf der Bauchseite (Fig. 8. oo). Beide Gefässe schwellen beim Wiedererscheinen der contractilen Blase scheinbar ohne eigene Contraction ebenso wie die Gefässe der Paramecien allmälig wieder ab. Das Längsgefäss der Stentoren und ein ähnliches bei *Spirostomum ambiguum* sind zuerst von Siebold [1]) beschrieben und irrthümlicher Weise von Eckhardt [2]) geleugnet.

Da wir so bei den Stentoren ein Gefässsystem finden [3]) und bei anderen Infusorien die dem Centrum, der contractilen Stelle, zunächst liegenden Theile bei einigen leichter, bei anderen schwerer erkennen, so können wir wohl schliessen, dass ein solches bei allen Infusorien vorhanden ist, welche eine contractile Stelle haben, selbst wenn noch keine Ausläufer derselben erkannt sind. Dass dies System nicht

1) Vergleichende Anatomie pg. 21.

2) Wiegmanns Archiv 1846 pg. 237.

3) Gegen dessen Deutung als System von Samencanälchen ausser den von anderen Autoren vorgebrachten Gründen bei *Stentor* noch die Anwesenheit des Ringgefässes sprechen möchte.

blos aus zufälligen Lücken im Körperparenchym (vacuoles Dujardins) besteht, geht schon aus der Regelmässigkeit desselben hervor. Wenn als Beweis für das Unbeständige dieser Vacuolen behauptet wird, dass ganz gleichwerthige häufig an den verschiedensten Stellen des Körpers auftreten, so scheint mir das auf einer Verwechselung sehr verschiedener Sachen zu beruhen. Häufig gewiss sieht man die anschwellenden Erweiterungen in vorhandenen Gefässen für solche Vacuolen an, ohne zu beachten, dass diese Erweiterungen immer langsam wieder abschwellen, während die eigentlichen Gefässcentra, die contractilen Stellen, bei lebenskräftigen Thieren immer plötzlich sich verkleinern. Ausserdem scheint bei kranken Infusorien eine Exsudation von normal das Parenchym tränkender Flüssigkeit aus demselben auch in die Körperhöhle und vielleicht in Parenchymlücken stattfinden zu können, wie wir sie bei Infusorien und vielen anderen niederen wirbellosen Thieren häufig auf der Körperoberfläche geschehen sehen. Diese Sarcodetropfen scheinen nie wieder resorbirt werden zu können, sondern ihre Bildung scheint immer, wenn auch langsam, zum Tode des Infusoriums zu führen.

Wenn wir nun auch mit Sicherheit behaupten können, dass die contractile Stelle das Centrum eines Gefässsystems ist, das nicht in durch zufälliges Auseinanderweichen des Parenchyms gebildeten Lücken desselben besteht, so bleibt doch eine andere schwieriger zu entscheidende Frage über die Natur desselben zu erörtern, nämlich die, ob die Gefässe und die contractile Stelle eigene Wände haben, oder nur wenn auch regelmässige und constante Lücken im Parenchym sind, ob die contractile Stelle eine Blase ist oder nicht. Die Art der Contraction, verschieden von den übrigen Contractionserscheinungen des Körperparenchyms, scheint entschieden für die Blasennatur derselben zu sprechen. Die Erscheinung, dass sie häufig vor ihrer vollständigen Expansion in zwei oder drei getheilt erscheint, spricht nicht dagegen, da eine Blase sehr wohl durch partielle Contraction von ringförmigen Partien, durch Stricturen in zwei und mehr

Theile geschnürt werden kann. Für die Blasennatur der contractilen Stelle scheinen nun noch einige Thatsachen zu sprechen; so das schon oben erwähnte Verhalten bei *Spirostomum ambiguum*, wo Kothballen zwischen der contractilen Stelle und der äussern Haut des Thieres durch zum After gelangen, und obgleich sie die Wand der contractilen Stelle oft halbkuglig vorwölben, doch nie in dieselbe durchbrechen. Bei *Actinophrys* scheint wohl wenigstens auf der äussern Seite der contractilen Stelle die Annahme einer häutigen Begrenzung kaum von der Hand gewiesen werden zu können, da die Wand derselben an der äussersten Körperoberfläche gelegen bei der grossen Expansion bersten müsste, wenn sie nur von dem gelatinösen Körperparenchym gebildet wäre [1]).

Das Verhalten der contractilen Blase bei *Actinophrys* lässt auch schwerlich die Annahme einer Oeffnung derselben nach aussen zu. Auch bei anderen Infusorien ist es mir nie gelungen, die Behauptung O. Schmidts [2]) zu bestätigen, nach welcher die contractile Stelle sich nach aussen öffnen soll; man sieht bei vielen Infusorien über der contractilen Blase einen oder mehrere helle Flecke, die leicht für Oeffnungen gehalten werden können, sich jedoch bei genauerer Beobachtung nur als dünne Stellen im Körperparenchym und der Haut erweisen, durch die freilich die Einwirkung des äussern Wassers auf den Inhalt des Gefässsystems erleichtert wird, die also wohl respiratorischen Zwecken dienen. Besonders zahlreich sind diese runden hellen Stellen über der contractilen Stelle des *Spirostomum ambiguum*. Da uns also noch der sichere Nachweis eines der wesentlichsten Erfordernisse für ein Wassergefässsystem, der Mündung desselben nach aussen, fehlt und Einiges direct gegen die Existenz desselben zu sprechen scheint, können wir in dem Gefässsystem der Infuso-

---

1) Siehe Frey: Ueber Hautbedeckungen der wirbellosen Thiere, v. Siebold: Vergleichende Anatomie pg. 22, und besonders Claparède in: Müllers Archiv 1854 pg. 417.

2) Frorieps Notizen 1849 pg. 6 und Vergleich. Anatomie pg. 220.

rieu mit Wiegmann [1]), Siebold und Anderen nur ein Blutgefässsystem sehen.

Ehe wir zur Betrachtung des Nucleus übergehen, wollen wir noch von dem, was von anderen, wenn auch nur bei einzelnen Infusorien erst nachgewiesenen, Strukturverhältnissen zu sagen ist, sprechen, da sich die Betrachtung des Nucleus nicht von der der Fortpflanzung, die dann noch zu besprechen bleibt, trennen lässt.

Von anderen Organsystemen ausser den besprochenen Verdauungs- und Circulations-Apparaten lässt sich verhältnissmässig nur wenig, meist nur Negatives sagen. — Wenn nicht die eben erwähnten hellen Flecke über der contractilen Blase als Andeutungen eines Respirationssystems zu betrachten sind, so ist noch nichts von einem solchen bekannt, da Pouchets angeblicher Respirationsapparat der Vorticellen nur der Pharynx derselben ist. Die erwähnten dünnern Stellen in der Haut mögen die Respiration begünstigen, die wohl sonst durch die ganze Haut stattfindet.

Von Secretionsorganen ist nichts bekannt, nur Ehrenberg gibt solche bei *Nassula elegans*, *Chilodon ornatus* und anderen als Quellen eines gefärbten Verdauungssaftes an, die gefärbten Flecke, welche sie darstellen sollen, werden aber von Anderen (v. Siebold) nur für Pigmentflecke gehalten. Die ganze Körperoberfläche vermag bei den meisten, wo nicht allen Infusorien eine Gallerte auszuschwitzen. Einige thun dies regelmässig, indem die ausgeschwitzte Gallerte entweder die gallertige Consistenz behaltend (*Stentor*, *Chaetospira mucicola* und andere), oder hornartig erstarrend (Arcellinen, Ophrydinen, *Tintinnus*, *Chaetospira Mülleri* und andere) eine Hülse (urceolus) bildet, in welche das Thier sich mehr oder weniger vollständig zurückziehen kann. Bei einigen Arten der Gattung *Difflugia* werden Sandkörnchen in diese erhärtende Hülse eingeklebt, bei den Polythalamien verkalkt sie. Ausser dieser Gallertausschwitzung zur Hül-

1) Wiegmanns Archiv 1535. I. pg. 12.

senbildung kommt noch die bei sehr vielen Infusorien beobachtete Gallertausschwitzung vor, welche zur Bildung einer rings geschlossenen meist rundlichen Hülle um das secernirende Thier führt, die zuerst von Guanzati beschriebene, neuerdings so vielfach beobachtete Cystenbildung, deren Hauptzweck der zu sein scheint, das encystirte Thier gegen ungünstige Verhältnisse in dem von ihm bewohnten Wasser und gegen den Tod durch Austrocknen zu schützen. In wie weit die Encystirung mit der Fortpflanzung im Zusammenhange steht, werden wir später sehen. Die Cysten sind nicht immer glatt; so sah Cienkowsky[1]) die *Podophrya fixa* quergeringelte Cysten bilden[2]) und beschreibt noch andere Cysten mit sternförmiger Oberfläche (*Stylonychia pustulata*[3])); Stein beobachtete längsgeriefte Cysten bei *Epistylis branchiophila*, ich sah fein chagrinirte bei einer noch unbeschriebenen kleinen Epistylisart.

Ein Nervensystem ist noch nicht nachgewiesen, ob die von Ehrenberg bei einigen Infusorien für Augenpunkte gehaltenen Pigmentflecke wirklich solche sind, steht dahin, ein besonders lichtbrechender Körper an einem derselben ist noch nicht nachgewiesen, ein solcher kommt ohne Pigmentfleck als convex-concave Linse bei *Bursaria flava* Ehbg. dicht beim Munde vor. Ob die hellen Körper, welche Ehrenberg bei einigen geisseltragenden Infusorien als Markknoten (Ganglien) deuten zu müssen glaubt, und die von Stein[4]) im Peristom der *Opercularia articulata* gefundenen nierenför-

1) v. Siebold und Köllikers Zeitschrift VI. pg. 302 und Bulletin de l'Academie impériale de St. Petersbourg 1855 pg. 297 u. f.

2) Stein hatte diese Cysten für Uebergangsstufen zwischen *Vorticella microstoma* und *Podophrya fixa* gehalten und dachte sie durch Encystirung der erstern nicht der letztern entstanden. Weisse beschrieb dieselben (Bulletin de l'Academie impériale de St. Petersbourg) als selbstständige Infusorienform unter dem Namen *Orcula Trochus*.

3) Ich sah diese Cysten gleichfalls und bin der Ansicht, dass es nur solche Cysten sind, welche Weisse (Bulletin etc.) unter dem Namen *Discodella multipes* beschrieben hat.

4) l. c. pg. 117.

migen Körper einem Nervensysteme angehören, ist noch sehr problematisch.

Discrete Bewegungsorgane sind ausser den Wimpern und anderen schon oben erwähnten äusseren Körperanhängen fast noch gar nicht erkannt. Ehrenbergs Angabe über Muskelstreifen, welche den Wimperreihen bei vielen Infusorien zu Grunde lägen, ist nicht genügend bestätigt und von den meisten Autoren als auf einer Täuschung beruhend angesehen. Das Körperparenchym (nicht die Haut) der meisten Infusorien ist contractil, ohne dass es bis jetzt gelänge, besondere Muskeln oder Muskelschichten zu unterscheiden. Auch mir gelang es nicht dieselben zu entdecken, dagegen war ich so glücklich, bei verschiedenen Vorticellinen, bei denen Ehrenberg Muskelstreifen im hintern Ende gesehen zu haben angibt, eine unzweifelhaft gesonderte contractile Schicht, an der sich meist Längsstreifen erkennen liessen, gemeinschaftlich mit meinem Freunde Herrn E. Claparède zu beobachten. Sie bildet einen Hohlkegel, dessen Spitze im hintern Ende des Thieres liegt und sich bei den contractilstieligen in den Stielmuskel fortsetzt; auf dem scheinbaren Durchschnitt erscheint sie natürlich wie zwei gabelförmig auseinander weichende Fäserchen, wofür sie denn auch bis jetzt immer ausser von Ehrenberg gehalten ist [1]). Sehr schön sieht man diese Schicht bei *Epistylis plicatilis*, bei der man sich auch auf das Vollkommenste überzeugen kann, dass sie eine gesonderte Körperschicht darstellt, die die Contractilität besitzt. Bei *Epistylis plicatilis* hebt sich nämlich bei der Contraction dieser der nicht contractile sie umgebende Theil des Körperparenchyms mit der ihn bedeckenden Haut von dieser Schicht ab und wird in die bekannten Falten gelegt, während die contractile oder Muskelschicht sich verkürzt und verdickt ohne sich zu falten. Ueber den Bau des contrac-

1) Stein behauptet, dass diese nicht bei allen contractilstieligen Vorticellinen vorkämen, mir ist es immer gelungen sie zu sehen, auch bei den von Stein ohne dieselben abgebildeten *Vorticella microstoma* und *Zoothamnium affine* St.

tilen Stiels handeln genauer Stein[1]) und besonders Czermak[2]), auf deren Darstellung ich verweisen kann. Da die einzige Function des innersten Theils dieses Stiels die Contraction zu sein scheint, und er nicht vollkommen strukturlos ist, so glaube ich unbedenklich ihn einen Stielmuskel nennen zu dürfen, und kann auch Steins Einwurf nicht gelten lassen, dass sich derselbe nämlich noch contrahire, selbst wenn der Stiel nicht mehr an einem andern Gegenstande befestigt ist, da der Muskel dadurch seine Insertion gar nicht eingebüsst hat, da er an der Scheide des Stiels selbst, nicht am fremden Körper mit seinem hintern Ende befestigt ist. — Vielleicht sind auch die Querringel, welche der Körper einiger Vorticellinen zeigt, auf Muskelfasern zurückzuführen, sie gehören wenigstens nicht der Haut, sondern dem Körperparenchym an.

Nachdem wir so besprochen haben, was von nicht zur Fortpflanzung gehörigen Organen bis jetzt bei den Infusorien nachgewiesen ist, bleibt uns nur noch diese, die Fortpflanzung zu betrachten.

Ohne uns mit einer Besprechung oder Controverse über die Generatio aequivoca aufhalten zu wollen, die glücklicherweise für die Wissenschaft jetzt fast nur noch von Männern[3]) vertheidigt wird, deren Beobachtungen so oberflächlich und ungründlich sind, dass sie keine Kritik nöthig machen, gehen wir gleich zu den wirklichen Vermehrungsweisen der Infusorien über. Wir finden hier eine sicher ungeschlechtliche Vermehrung, und eine Fortpflanzung, für die vielleicht in der Zukunft der Nachweis geliefert wird, dass sie eine geschlechtliche ist, oder die doch als Analogon der

---

1) l. c. pg. 78 u. ff.

2) v. Sieb. und Köll. Zeitschrift IV. pg. 438. Czermaks Angabe, dass der Stiel der Vorticellinen bald rechts, bald links gewunden sei, kann ich nicht bestätigen, da ich ihn in sehr zahlreichen Fällen, in denen ich ihn genauer darauf untersuchte, stets in demselben Sinne wie die Wimperspirale gewunden fand.

3) Pineau, Dr. Gros u. A.

geschlechtlichen Fortpflanzung höherer Thiere betrachtet werden muss, eine Fortpflanzung durch Embryonen.

Jene rein vegetative Vermehrungsweise besteht in Theilung und Knospung.

Die Theilung ist bekanntlich die ausgebreitetste und am längsten bekannte Vermehrungsweise der Infusorien; dennoch ist sie nicht so genau studirt, als sie es vielleicht verdient hätte; seit der schönen Beschreibung Trembleys über die Theilung der Stentoren sind in der Kenntniss derselben wenig Fortschritte gemacht. Durch Verallgemeinerung einiger Beobachtungen ist man in neuester Zeit grossentheils mit Rücksicht auf die Zellentheorie zu dem Glauben gekommen, als leite der Nucleus die Theilung immer ein, dadurch, dass er sich selbst theile oder wenigstens einschnüre. Diese Ansicht ist jedoch nicht richtig, es gibt allerdings Fälle, in welchen der Nucleus sich zuerst theilt, allein in anderen Fällen beginnt seine Theilung erst, wenn der übrige Körper schon weit in der Theilung vorgeschritten ist, und in anderen Fällen führt die wirkliche Theilung des Nucleus nicht zur Theilung des Körpers, sondern es entwickeln sich in ihm, wie wir bald zeigen werden, Embryonen. Meist wird die Theilung vielmehr durch eine Neubildung von contractilen Blasen eingeleitet [1]), wie es nach Beobachtungen an *Stentor* scheint, aus Erweiterungen der vorhandenen Gefässe. Bei den Infusorien, bei welchen eine eigene Reihe von stärkeren Wimpern zum Munde führt (z. B. Oxytrichinen, Euploteen), sieht man darauf oder gleichzeitig sich die Rinne, in welcher diese Wimperreihe liegt, über den Mund hinaus nach hinten verlängern; in dieser Verlängerung entstehen Wimpern, und ihr hinterstes Ende vertieft sich zu Mund und Speiseröhre, die sich dann nach der Verdauungshöhle des Thieres öffnet;

1) In einigen Fällen führt dies schon Ehrenberg an; Wiegmann führt es mit als Grund für seine Ansicht an, dass die contractile Blase als Herz zu deuten sei. Den grössten Theil der folgenden Beobachtungen über Entwickelung der Infusorien habe ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde E. Claparède angestellt, so dass er ebenso viel Antheil an denselben hat als ich.

dann wird gleichzeitig mit der äusseren Einschnürung des Thierkörpers die neue Rinne von der alten getrennt. (Bei *Stentor* tritt die neue Stirnwimperreihe zuerst als seitliche gerade Wimperreihe, crista lateralis nach Ehrenberg, am alten Thiere auf.) Bei Thieren, welche noch eigene Körperfortsätze als Bewegungsorgane (Haken, Griffel etc.) besitzen, geschieht die Theilung meist so, dass jedes der neugebildeten Thiere einen Theil derselben vom alten Thiere bekommt, während sich der andere Theil neu bildet. Stein gibt eine unrichtige Darstellung der Theilung der Vorticellinen, indem er glaubt, dass vor derselben die Wimperscheibe, Oesophagus etc. des alten Thieres resorbirt, und wenn die Theilung schon weiter vorgeschritten ist, zwei neue Wimperapparate gebildet würden. Dies ist jedoch nicht der Fall; bei sorgfältiger Beobachtung sieht man während des ganzen Vorganges der Theilung die Bewegung der Wimpern auf dem Wirbelapparat und im Vestibulum und Oesophagus des durch das Peristom geschlossenen Thieres. — Früher war in der Familie der Acinetinen Theilung noch nicht beobachtet, und ist erst in neuester Zeit von Cienkowsky[1]) von *Podophrya fixa* beschrieben: der eine der beiden Theilungssprösslinge bekommt Wimpern, zieht die Rüssel ein und schwimmt als rings bewimpertes Thier davon, um sich bald darauf unter Verlust der Wimpern wieder in eine *Podophrya* zu verwandeln; dasselbe findet bei *Acineta mystacina* Statt, auch hier ist der eine Theilungsspross rings bewimpert.

Weit weniger verbreitet als die Theilung ist die Knospung, bis jetzt nur bei Vorticellinen, Acinetinen (hier nur bei *Dendrosoma radians* Ehbg.) und bei *Spirochona gemmipara* St., deren Stellung mir noch zweifelhaft scheint, bekannt[2]). Bei den Vorticellinen bildet sich die Knospe als ein Wulst des

1) Bulletin de l'Acad. impériale de St. Petersbourg 1855 pg. 297.

2) A. Schneider beschreibt in Müllers Archiv 1854 pg. 205 eine Vermehrungsweise der *Difflugia Enchelys* als Sprossung oder Knospung, die jedoch vielleicht mit grösserem Recht als Theilung zu betrachten ist. Auch von *Uvella bodo* Ehbg. = *Phacelomonas bodo* St. wird Vermehrung durch Knospenbildung von Stein pg. 191 angegeben.

Parenchyms an irgend einer Stelle des Körpers, in welchen eine Aussackung der Verdauungshöhle des Mutterthieres sich erstreckt. Die so gebildete Verdauungshöhle der Knospe wird später von der der Mutter abgetrennt, und endlich löst sich die ganze Knospe unter Entwickelung eines hintern Wimperkranzes ab. Bei *Dendrosoma radians* Ehbg. wächst in die mit dem Mutterthiere verbunden bleibende Knospe ein Zweig des Nucleus hinein. — Theilung und Knospung gehen fast unmerklich in einander über, da nicht immer die Knospensprösslinge dem Mutterthier bedeutend an Grösse nachstehen; will man eine scharfe Grenze zwischen beiden ziehen, so kann man sagen, bei der Theilung bekommt jedes der neu gebildeten Thiere einen vorher bestehenden Theil des Nucleus des alten Thieres, bei der Knospung dagegen bekommt der eine Theil, die Knospe, nur einen neu gebildeten oder gar keinen Theil des alten Nucleus (im letztern Falle muss sich natürlich in der Knospe selbstständig ein Nucleus entwickeln).

Die eigentliche Fortpflanzung ist erst in neuester Zeit bekannt geworden. Die erste dahin gehörige aber gänzlich unbeachtet gebliebene Beobachtung machte v. Siebold [1]) an einem im Darm der Frösche parasitisch lebenden Infusorium (*Bursaria* oder *Opalina*); er fand in demselben in einer Höhle am hintern Körperende eine Anzahl kleiner Embryonen. Später wurden Embryonen zuerst wieder von Focke [2]) entdeckt bei *Paramecium Bursaria* Focke = *Loxodes Bursaria* Ehbg. (dessen Beobachtungen bestätigt und erweitert wurden durch Cohn [3]) und Stein [4])), dann von Eckhardt [5]) bei *Stentor polymorphus* und *coeruleus* (bestätigt durch O. Schmidt [6])), von

1) In seiner Arbeit über die Entwickelung des *Monostomum mutabile* in: Wiegmanns Archiv 1835 I.

2) Amtlicher Bericht d. Naturforscherversammlung zu Bremen 1844 pg. 110.

3) v. Sieb. und Köll. Zeitschr. III. pg. 277.

4) a. a. O.

5) Wiegmanns Archiv 1846 I.

6) Frorieps Notizen 1849 pg. 7.

Stein [1]) bei vielen Acineten und *Chilodon* und von Cohn [2]), wenn auch weniger genau, bei *Urostyla grandis.* Aus den Beobachtungen Fockes und Steins schien eine Betheiligung des Nucleus bei der Embryonenbildung hervorzugehen, während Eckhardt diesen nicht berücksichtigt, und Cohn seine Betheiligung für unwahrscheinlich hält. Ich war so glücklich, die Embryonenbildung nicht nur bei vielen Acinetinen, sondern auch bei mehreren anderen Infusorien zu beobachten. Da die Beschreibung dieser grossentheils gemeinschaftlich mit Herrn E. Claparède angestellten Beobachtungen hier zu weit führen würde, so werden wir beide sie in einer andern Arbeit liefern, und ich gebe hier nur das Schema der Entwickelung, wie wir sie bald mehr bald weniger vollständig beobachtet haben.

Die Entwickelung der Embryonen geht im Nucleus oder einem Theile desselben vor sich; meist sieht man zuerst den Nucleus sich in zwei oder mehrere Theile theilen und dann in einem oder mehreren dieser Theile dieselben Vorgänge statthaben, welche in anderen Fällen im ungetheilten Nucleus vorkommen. Der Nucleus ist meist rundlich oder länglich, selbst (wie bei vielen Vorticellinen und *Stentor*) lang gestreckt, fast bandförmig; er wird von einer besondern Membran umgeben, wie Stein nachwies, und bietet meist ein homogenes oder sehr schwach feinkörniges Aussehn dar; er scheint beständig eine von dicken Wänden, der Nucleussubstanz, umgebene Höhle einzuschliessen, welche bisweilen (*Chilodon*) noch einen kleineren Körper, Nucleolus, einschliesst, der in anderen Arten neben dem Nucleus liegt. An oder in der Wand des Nucleus oder eines Theilungsproductes desselben erblickt man nun bisweilen kleine runde Kügelchen, welche an Grösse zunehmen, endlich eine contractile Blase bekommen und zu Embryonen werden, welche endlich mit Wimpern versehen aus dem Mutterthier hervortreten und frei umherschwimmen, meist in einer von der des Mutterthieres mehr

1) a. a. O.
2) a. a. O.

oder weniger abweichenden Gestalt. In einem Theile des Nucleus kann sich eine sehr verschiedene Anzahl von Embryonen bilden, man findet bei denselben Arten bald viele, bald nur einen in demselben gebildet; ein in einem Nucleusstücke allein entwickelter Embryo pflegt fast die Grösse zu erlangen, welche viele in einem Nucleus oder Nucleusstück gemeinschaftlich entstandene Embryonen zusammen besitzen.

Welche nun eigentlich die Bedeutung des Nucleus ist, wird natürlich durch diese Darstellung nicht entschieden; ob er als Keimstock zu betrachten ist, in welchem ungeschlechtlich Keime gebildet werden, ob als Eierstock, in welchem sich zugleich die Eier entwickeln, oder ob, wie es die Ansicht Fockes war, als Uterus, in welchem die Eier oder Keime, die an einem andern Orte (vielleicht im Nucleolus?) gebildet wären, weiter entwickelt würden.

Das Schicksal der der Mutter unähnlichen Embryonen nach ihrer Geburt ist für die meisten noch nicht bekannt. Für die Acineten stellte bekanntlich Stein eine eigene Theorie auf, die er mit vielen Beispielen zu belegen suchte; die Acineten sollten metamorphosirte Vorticellen sein, die in dieser umgewandelten Gestalt durch Erzeugung von Embryonen zur Fortpflanzung dienten; die Embryonen sollten, so glaubte Stein, wieder zu Vorticellen werden; leider beobachtete er dies nie direct, er verlor stets die Embryonen aus dem Gesicht, ehe ihr Schicksal sich entschieden hatte. Für die Umwandlung der Vorticellen in Acineten brachte er vermeintliche Uebergänge, in deren Reihe jedoch stets bedeutende Lücken waren. Manche von diesen Zwischengliedern, stets Cystenzustände, haben so wenig scharfe Charaktere, dass man sie auch als Cystenzustände zu sehr vielen anderen Infusorien ziehen könnte, und können deshalb nur dann einen Beweis für den behaupteten Uebergang liefern, wenn man sicher ist, bei einer Reihe von Beobachtungen über die Verwandlung einer Art es stets mit denselben Individuen zu thun zu haben, und die Möglichkeit ausschliesst, Individuen anderer Arten mit denselben zu verwechseln. Denn der Grund, welcher bei den meisten Acineten, ausser der Analogie mit

den anderen Acineten, für die ihm die Verwandtschaft mit den Vorticellen wahrscheinlich geworden ist, fast der einzige ist, welchen Stein für seine Ansicht anführen kann: das häufige Zusammenvorkommen gewisser Acineten und Vorticellen beweist begreiflicherweise so wenig hier wie bei anderen Thieren eine Verwandtschaft. Das häufige Schmarotzen gewisser Acineten auf gewissen Vorticellinen ist natürlich ebenso wenig ein Beweis, wir finden nicht selten auf denselben Vorticellinen noch andere infusorielle Schmarotzer, so dass wir die Answahl hätten, welchen wir als den Verwandten des Wirths betrachten wollen.

Für die Verwandtschaft einiger Acinetinen und Vorticellinen führt Stein ein Wechseln im Auftreten derselben an, so dass in einem Gefäss, in welchem anfangs eine grosse Zahl z. B. von *Vorticella microstoma* sich befand, nach einiger Zeit diese mehr und mehr an Zahl abnimmt, während allmälig immer mehr Individuen einer bestimmten Acinetenart, im angeführten Fall *Podophrya fixa*, auftreten. Hier können ja sehr wohl Veränderungen in dem umgebenden Medium Verhältnisse herbeigeführt haben, welche der ersten Art ungünstig waren und sie zur Encystirung zwangen, während sie der andern Art vielleicht erst die günstigen Bedingungen zum Leben und zur Vermehrung geben. Einen solchen Wechsel im Auftreten der Arten sehen wir bei vielen Arten [1]), so dass die Annahme der Verwandtschaft derselben uns wie Pineau [2]), Dr. G. Gros [3]) und Laurent [4]) zwingen würde,

1) Siehe F. v. P. Schrank: Fauna boica III. 2. pg. 19. Cohn in Sieb. und Köll. Zeitschr. III. pg. 258 u. A.

2) Annales d. sciences naturelles. III. Série. Tom. III. pg. 182—89. Tom. IV. pg. 103. 4. Tom. IX. pg. 100—1.

3) Annales d. sciences naturelles. III. Série. Tom. XVII. pg. 193—206 und verschiedene Aufsätze im Bulletin de la société impériale des Naturalistes de Moscou.

4) Verschiedene Arbeiten in den Mémoires de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Nancy, und Etudes physiologiques sur les animalcules des infusions végétales, comparés aux organes élémentaires des végétaux. 1854.

den grössten Theil der Infusorien als Entwickelungsstadien derselben Art zu betrachten, ja diese noch mit Räderthieren, Würmern und Krebsen in verwandtschaftliche Beziehung zu setzen. Bei dem angeführten Verhältniss zwischen *Vorticella microstoma* und einer Acinetine finden wir noch einen sehr natürlichen Grund für die gleichzeitige Vermehrung der Acineten und Verminderung der Vorticellen darin, dass die letzteren sehr häufig von den ersteren ausgesogen werden, oft 3–4 Vorticellen zugleich von einer Acinete. — Die angeblichen Zwischenstufen zwischen beiden Infusorienformen sind, wie Cienkowsky [1]) durch directe Beobachtung bewiesen hat, zum Theil irrig gedeutet. Die quergerippte Cyste Steins (Taf. IV. Fig. 30) [2]), von der er supponirt, dass sie aus einer Vorticellencyste entstanden sei und durch den in Fig. 31 dargestellten Zustand in eine Podophrye übergehe, ist nach Cienkowsky vielmehr durch die Zwischenstufe Fig. 31 aus einer Podophrye entstanden, ohne jedoch in eine Vorticellencyste sich zu verwandeln.

Ein solcher Wechsel im Auftreten gewisser Infusorien kann erst dann einen Schluss auf Verwandtschaft derselben erlauben, wenn man sich durch strenge Isolirung überzeugt hat, dass in einem bestimmten kleinen Raume nur Individuen der einen Art befindlich sind und keine der andern, und wenn man Sorge trägt, dass auch keine solche von aussen hineinkommen können, wenn man sich in die Möglichkeit versetzt, die Individuen zu überwachen. Dies hat Stein immer versäumt; eine einzige von seinen Beobachtungen [3]) scheint beinahe dieser Anforderung zu entsprechen, so dass sie ihn zu der unrichtigen Aeusserung [4]) verleitet zu haben scheint, er habe „durch unmittelbare Beobachtung" die *Vaginicola crystallina* sich in die *Acineta mystacina* verwandeln sehen. Doch auch diese Beobachtung war nicht scharf. Stein fand nämlich an einer Anzahl Confervenfäden, welche er, da sie be-

1) Bulletin de l'Acad. de St. Petersbourg. 1855. pg. 297 u. ff.
2) *Orcula Trochus* Weisses.
3) a. a. O. pg. 39.
4) a. a. O. pg. 36.

sonders reich mit Vaginicolen besetzt waren, in ein mit reinem Brunnenwasser gefülltes Glas geworfen hatte, nach mehreren Tagen „statt der Vaginicolen fast nur noch Acineten“. Stein sagt nichts davon, dass er sich davon überzeugt, dass im Anfange gar keine Acinete an den Confervenfäden gesessen, dass er sich etwa durch die Identität der Stelle, an welcher eine *Acineta* sass, mit der, an welcher früher eine *Vaginicola* angeheftet war, einige Sicherheit über die Identität der Individuen verschafft habe, zwei Obliegenheiten, die doch nm eine directe Beobachtnng des Uebergangs einer Form in die andere zu beweisen, nothwendig hätten erfüllt werden müssen, nnd doch lässt er sich, da er die vielleicht abgefallenen Vaginicolenhülsen nicht mehr findet, zu einer kühnen Hypothese verleiten, die das schwierige Problem der Umwandlnng einer harten, am Grnnde weiten Vaginicolenhülse in eine am Grunde enge Acinetenhülse lösen soll.

Ich bemühte mich nnn durch strenge Isolirung die vorhandenen Zweifel zu lösen. Seit drei Jahren habe ich solche zu verschiedenen Malen mit verschiedenen Vorticellinen, mit: *Vorticella microstoma*, *campanula*, *nebulifera*, *Carchesium polypinum*, *Epistylis plicatilis* und *Opercularia nutans* angestellt; ich bewahrte bald in einem kleinen Glasröhrchen, bald auf einem Objectgläschen jedesmal eine Anzahl von etwa 20 bis 30 Individuen einer der genannten Arten auf, indem ich sie feucht stellte und bisweilen durch Hinzufügen von destillirtem Wasser das Austrocknen verhinderte. Auf diese Weise erhielt ich häufig genug Cysten von *Vorticella microstoma*, aber weder aus diesen noch aus den anderen Vorticellinen entwickelten sich je Acinetinen. Aus den Cysten von *Vorticella microstoma* schlüpften bisweilen noch nach 3 ja selbst 4 Wochen unveränderte Vorticellen aus.

Nachdem ich mich nnn überzeugt hatte, dass auf diesem Wege der Uebergang von Vorticellen in Acineten nicht zu beweisen war, vielmehr durch die angestellten Experimente immer unwahrscheinlicher wurde, suchte ich den andern Theil der Hypothese Steins zu prüfen, das Schicksal des Acinetenembryo zu eruiren. Eine Beobachtung des Herrn Prof.

J. Müller, welche den Uebergang eines solchen Sprösslings in eine der Mutter ähnliche Acinete wahrscheinlich machte, wurde schon oben angeführt. Später gelang es mir zu verschiedenen Malen ein sicheres Resultat zu erzielen. Meist isolirte ich, um mir die Beobachtung zu erleichtern und den schwärmenden Sprössling nicht mit ähnlichen Thieren zu verwechseln, je eine oder zwei Embryonen enthaltende Acineten in einem Tröpfchen Wasser auf einem Objectglase, beobachtete dann den Austritt, das Schwärmen und endlich das Zuruhekommen des Sprösslings. So konnte ich selbst für einige Zeit das Mikroskop verlassen und war doch sicher, dasselbe Individuum wiederzufinden und nicht mit anderen zu verwechseln; in einigen Fällen harrte ich die ganze Zeit über am Mikroskop aus. Zuerst gelang es mir im Sommer 1853 in Würzburg das Schicksal einiger Sprösslinge von Acineten zu verfolgen, welche ich anfangs für die Acinete der Wasserlinsen Steins hielt, die ich jetzt jedoch, obgleich sie auf Wasserlinsen sass oder frei im Wasser schwamm, für nicht specifisch von Steins Acinete der Cyclopen verschieden halte[1]). Cienkowsky[2]) hat neuerlich gleichfalls an einer Acinete das Schicksal des Embryo verfolgt, die wohl identisch mit der erwähnten zu sein scheint, denn dass Cienkowsky (auch Stein für seine Acinete der Cyclopen) den Embryo viel kleiner zeichnet, als ich ihn immer gesehen, kann wohl keinen Artunterschied bedingen, da auch bei anderen Infusorien die Sprösslinge einer Art, ja selbst eines Individuums sehr verschiedene Grösse haben können. Cienkowsky kam dabei zu demselben Resultate, zu dem auch ich gelangte: nach einer Zeitlang sehr schnellen Umherschwärmens kam der Sprössling zur Ruhe, verlor seine Wimpern und entwickelte die strahlenartigen Rüssel, die ihn als Acinete charakterisirten. Die Zeit des tollen Umherschwärmens der Acinetenembryonen ist sehr verschieden; ich beobachtete solche, welche schon nach einer halben Stunde sich fest-

---

1) Steins Acinete der Wasserlinsen kann wohl eine eigene Art sein.

2) Bulletin de l'Acad. imp. de St. Petersbourg 1855. pg. 297 u. ff.

setzten, um zur Acinete zu werden, musste aber in anderen Fällen mehrere Stunden lang warten; Cienkowsky gibt an, über 5 Stunden laug den Embryo verfolgt zu haben, ehe er zur Ruhe kam. — Sprösslinge der *Acineta ferrum equinum* Ehbg. verfolgte ich freilich nicht während der ganzen Zeit ihres Schwärmens unter dem Mikroskop, hatte mich aber durch sorgfältige Isolirung auch ohne die ununterbrochene Beobachtung der Identität des Individuum versichert. Ich fand dann nach mehreren Stunden stets ausser der alten Acinete noch eine kleine Acinete von der Grösse des Sprösslings. Einmal verfolgte ich einen solchen, bis er nach einigen Stunden Schwärmens auf einem Fragment einer *Lemna* ausruhte, nach einigen Stunden fand ich an derselben Stelle eine kleine Acinete von genau der Grösse des Sprösslings. Aehuliche Beobachtungen wurden später noch von Herrn E. Claparède nnd mir an einigen anderen Acineten immer mit demselben Erfolg gemacht; bisweilen nur starb der Sprössling ehe er sich zur Acinete umgewandelt hatte.

War nun so der Beweis geliefert, dass Acinetenembryonen sich wieder in Acineten verwandeln, so konnte doch noch der Einwand gemacht werden, dass daran vielleicht die nngünstigen Verhältnisse Schuld seien, welchen die Thiere unter dem Mikroskop in dem kleinen Wassertropfen ausgesetzt waren, nnd dass unter günstigeren Verhältnissen die Embryonen wahrscheinlich sich in Vorticellen verwandelten. Ich versuchte daher auch dies zu eruiren und isolirte deshalb zu verschiedenen Malen eine Anzahl von Individuen der grossen *Acineta ferrum equinum* Ehbg., die schon mit der Loupe zu erkennen waren, in einem kleinen Glasröhrchen, wie ich in anderen Fällen Vorticellen isolirt hatte; nm es ihnen nicht an Nahrung fehlen zu lassen, setzte ich eine Anzahl Individuen von *Paramecium Aurelia* nnd *P. Bursaria* mit in das Gläschen und that, um das Wasser in gutem Zustande zu erhalten, je eine *Lemna minor* in dasselbe. Diese Experimente bedurften der grössten Sorgfalt, und ihre Schwierigkeit erklärt zur Genüge, weshalb ich nicht in allen Fällen reine Resultate erhielt. In einem Falle fand ich nämlich in

einem meiner Gläschen 2 Exemplare der *Vorticella campanula*, als ich nach 8 Tagen dasselbe revidirte, in einem andern mehrere der *Vorticella nebulifera* ohne eine *V. campanula*; diese Verschiedenheit der gefundenen Vorticellen musste schon darauf hinweisen, dass sie nur durch Unvorsichtigkeit eingedrungene Gäste waren, nicht sich aus den Acinetenembryonen entwickelt hatten. Wie schwer eine solche Unvorsichtigkeit zu vermeiden ist, bewies mir ein Fall, in welchem ich so eben einige Acineten in eine Glasröhre gesetzt hatte, und mich durch mehrmalige Untersuchung von der Abwesenheit aller Vorticellinen überzeugt zu haben glaubte und doch noch bei einer nochmaligen Musterung mit der Loupe unter dem hineingelegten Lemnablatte eine grosse *Vorticella campanula* entdeckte, für deren Entfernung ich natürlich sogleich sorgte. Zwei Experimente gaben mir jedoch ein ganz reines Resultat; ich erhielt nämlich in dem einen während einer Woche, nach welcher es aufgegeben wurde, in dem andern selbst während sieben Wochen, während welcher häufig der Inhalt des Glasröhrchens theils mit der Loupe, theils mit dem Mikroskop untersucht wurde, nicht eine einzige Vorticelline, sondern nur eine beträchtlich vermehrte Zahl von Acineten. Die Zahl der letzteren war auch in den anderen unreinen Experimenten vermehrt.

Durch das Angeführte scheint mir der Beweis hinlänglich geführt, dass die Ansicht Steins von der Verwandtschaft der Vorticellinen und Acinetinen nicht nur der thatsächlichen Basis vollkommen entbehrt, sondern selbst als Hypothese höchst unwahrscheinlich ist. Man entschuldige, wenn ich mich zu lange bei derselben aufgehalten habe, allein sie schien wohl einer gründlichen Kritik werth, da sie eine ganz neue Art der Fortpflanzung in die Wissenschaft einführte, die sich auf keine der bekannten Fortpflanzungsweisen, auch nicht auf das Gesetz des Generationswechsels zurückführen liess; und es war wohl hohe Zeit, den Maassstab einer gründlichen Kritik an sie zu legen, da sie leider schon von zu vielen Seiten voreilig als sicher erwiesene Thatsache angesehen wurde. Einen Generationswechsel in der Weise, wie er bis jetzt bei

anderen Thieren bekannt ist, können wir auch in dem Wechsel der Fortpflanzungsarten der Infusorien, der Vermehrung durch Theilung oder Knospung und der Fortpflanzung durch Embryonen [1]), nicht erkennen, denn dasselbe Thier, das sich eine Zeitlang durch Theilung und Knospenerzeugung vegetativ vermehrt, also als Amme fungirt hat, sehen wir später durch Entwickelung von Embryonen die Rolle der Mutter übernehmen; ja zu gleicher Zeit kann ein Thier sich durch Theilung vegetativ vermehren und durch Entwickelung von Embryonen fortpflanzen, wie es Beobachtungen an Stentoren mir beweisen. Sollte ein Generationswechsel in dem angenommenen Sinne bei den Infusorien vorkommen, so könnte es nur in der Weise sein, dass die im Nucleus entstandenen oder die gleich zu erwähnenden sehr kleinen Embryonen ungeschlechtlich entstanden wären und selbst geschlechtsreif sich nicht vegetativ vermehren, sondern geschlechtlich fortpflanzen, eine Annahme, die aber durch nichts unterstützt und durch die Beobachtung an den Acineten widerlegt wird.

Es sei nun noch erlaubt einer Art der Fortpflanzung zu erwähnen, welche bis jetzt erst in wenig Fällen und auch in diesen noch nicht genügend beobachtet ist, um entscheiden zu können, ob sie als Modification der besprochenen Entstehung der Embryonen im Nucleus oder als selbstständige Fortpflanzungsart zu betrachten ist. Sie wurde bis jetzt nur von Stein [2]) bei *Vorticella microstoma* und *nebulifera* und von Cienkowsky [3]) bei *Nassula viridis* beschrieben [4]).

In diesen Fällen wurde die Fortpflanzung durch Encysti-

---

1) Auch wenn dieselbe als geschlechtliche Fortpflanzung nachgewiesen würde.

2) a. a. O.

3) v. Siebold und Köllikers Zeitschrift VI. pg. 301 u. ff. In einer Anmerkung 4 auf pg. 301 des Bulletin de l'Acad. de St. Petersbourg erwähnt C. desselben Verhaltens bei *Nassula ambigua* St., ich weiss nicht, ob damit dieselben a. a. O. auf *Nassula viridis* bezogenen Beobachtungen gemeint sind oder noch andere.

4) Vielleicht gehört hierher auch die von Weisse und Stein beschriebene Fortpflanzung des *Chlorogonium euchlorum* (falls sie nicht nur eine Theilung in viele Theile nach vorhergegangener Häutung ist),

rung eingeleitet, dann traten in dem Körper, welcher allmälig sich in eine einfache Blase ohne erkennbare Organe, Mutterblase St., nmwandelte, mehrere grosse nmschriebene Körper, vielleicht vergrösserte Theile des Nuclens auf, die sich später in die Cyste durchbrechende Fortsätze verlängerten, diese liessen an der Spitze aufbrechend eine grosse Zahl kleiner monadenartiger Wesen austreten, welche sich bald im Wasser zerstrenten. Stein sah nnr in seinen neuesten Beobachtungen bei *Vorticella microstoma* das Auftreten von grösseren Kugeln, „Tochterblasen", innerhalb der „Mutterkugeln", früher hatte er nichts dergleichen bemerkt; es mnss dahin gestellt bleiben, ob er sie übersehen, ob vielleicht statt mehrerer nur eine sehr grosse Kugel entstanden war, die die „Mutterblase" ganz ausfüllte, oder ob wirklich zwei verschiedene Entwickelungsweisen hier vorkommen. Dies ist die einzige Fortpflanznngsweise der Infusorien, welche bis jetzt nur an encystirten Thieren beobachtet ist, doch weisen von Herrn E. Claparède nnd mir an einem noch unbeschriebenen, eine Hülse bewohnenden Infnsorinm gemachte Beobachtungen daranf hin, dass die Encystirung auch für diese Art der Fortpflanzung nicht nothwendige Bedingung ist. Innere Embryonenbildung ist bei *Chilodon* von Stein besonders an encystirten Thieren beobachtet, doch kommt sie nach ihm auch an freien vor. Theilung ist sehr häufig innerhalb der Cysten; manche Infusorien scheinen sich häufiger in Cysten, als frei schwimmend zn theilen, so dass es wohl scheinen kann, als diene die Cyste zum Schutz für das sich theilende Thier, doch ist sie keinenfalls dazu nothwendig, da kein Beispiel bekannt ist von einem Infnsorium, das sich znr Theilung immer encystirt. So scheint der Haupt-, wo nicht einzige Zweck der Encystirung der des Schntzes vor äusseren ungünstigen Verhältnissen zn sein.

Ueber den eigenthümlichen Prozess der Copulation oder Zygose der Infusorien will ich, da sein Zweck noch voll-

---

und möglicherweise der von Stein Taf. I. Fig. 20 seines Werks dargestellte Zustand der *Acineta mystacina*.

kommen unbekannt ist, nichts weiter anführen, als dass er, ausser bei den in ihrer Stellung noch zweifelhaften Diatomeen und Desmidiaceen, noch besonders bei *Actinophrys* und Acinetinen [1]) beobachtet ist. Herr E. Claparède hat nach mündlicher Mittheilung auch Vorticellinen (besonders *Vorticella microstoma*) in Zygose gesehen, ich traf zweimal Doppelthiere von *Carchesium*, noch auf doppeltem Stiel sitzend und immer mehr verschmelzend, so dass die Leibeshöhlen der beiden verschmolzenen Thiere mit einander communicirten, und gewöhnlich der Bissen, welcher vom Pharynx des einen Thieres abgestossen war, in der Leibeshöhle des andern bis unter dessen Wimperscheibe emporstieg. Die Wirbelorgane blieben getrennt, nach einiger Zeit löste sich das Doppelthier von den Stielen und schwamm mit Hülfe eines um das, durch Verschmelzung der beiden hinteren Enden der Einzelthiere gebildete, abgerundete Hinterende entstandenen Wimperkranzes über 24 Stunden lang umher.

Fassen wir noch einmal kurz die Resultate der gegebenen Darstellung zusammen, so sehen wir: dass die Infusorien nicht als einzellige Thiere betrachtet werden dürfen, dass sie aber auch nicht einen polygastrischen Verdauungsapparat haben, sondern eine grosse mit einem After versehene Verdauungshöhle besitzen, in welche vom Munde meist ein Oesophagus herabhängt; dass im Körperparenchym Aller ein Gefässsystem enthalten ist, dessen Mittelpunkt die contractile Blase darstellt; dass sie ausser der Theilung und Knospung noch eine Fortpflanzungsweise besitzen, bei welcher im Nucleus kleine Embryonen gebildet werden, dass jedoch noch nirgends bei den Infusorien ein Generationswechsel nachgewiesen ist; dass endlich Steins Ansicht vom Zusammenhange der Vorticellen und Acineten eine unbegründete und unwahrscheinliche Hypothese ist.

---

1) Ich sah mehrere Arten in Conjugation, unter andern auch die *Acineta mystacina*.

Erklärung der Abbildungen.

Die Vergrösserungen aller Figuren, mit Ausnahme der schwächer vergrösserten Fig. 8, sind etwa 300. Die Bezeichnungen der einzelnen Theile sind in allen Figuren möglichst übereinstimmend, so dass aa das Peristom, b den Anfang der zum Munde führenden Wimperreihe, cd bei den Vorticellen den Eingang in das Vestibulum, das zwischen cd und ef liegt, e den After, f den Mund, g das äussere Ende der im Vestibulum gelegenen Borste, h oder fh den Oesophagus, hl den Pharynx, k die contractile Blase bezeichnet.

Fig. 1—5. Vorticellinen. Von den Wimpern der äussern Reihe sind immer nur die am Rande der Figur sichtbaren gezeichnet.

Fig. 1. ***Vorticella campanula***, von der Bauchseite gesehen. Bei e sieht man durch den Mund in das Lumen des Oesophagus, der Pharynx ist in dieser Stellung nicht zu sehen; von den vor dem Munde gelegenen stärkeren Wimpern ist nur eine gezeichnet. Der blasse gebogene Körper stellt einen Theil des Nucleus vor.

Fig. 2. ***Vorticella nebulifera***, im Tode aufgetrieben, so dass das Peristom verstrichen ist. Der Theil der Wimperspirale, welcher auf dem Rücken des Thieres gelegen ist, ist nur durch eine punktirte Linie angedeutet.

Fig. 3. ***Carchesium polypinum***, von vorn gerade auf die Wimperscheibe gesehen; die Wimperspirale ist nur durch eine punktirte Linie angegeben. Den Pharynx sieht man nur im Durchschnitt. k stellt den Durchschnitt des von der contractilen Blase nach der Wimperscheibe verlaufenden Fortsatzes dar.

Fig. 4. ***Opercularia berberina*** St., vom Rücken gesehen. Der im Vestibulum gelegene Theil der Wimperspirale ist nur durch eine Linie angedeutet. Bei l dieser und der folgenden Figur ist ein noch spindelförmiger Bissen gezeichnet. Der blasse Körper links über h stellt einen Durchschnitt des Nucleus dar.

Fig. 5. ***Scyphidia limacina m.*** Durch ein Versehen sind die Wimpern nicht auf dem äussersten Rande der Wimperscheibe gezeichnet, wie sie es sollten.

Fig. 6 und 7. ***Chaetospira Muelleri m.***, in ihrer Hülse n sitzend. Von den feinen den ganzen Körper bedeckenden Wimpern sind nur in Fig. 6 einige gezeichnet.

Fig. 6. Ein wirbelndes Thier. Bei m ist ein Kothballen auf dem Wege zum After.

Fig. 7. Ein Thier, eben erst ausgestreckt, noch nicht wirbelnd.

Fig. 8. ***Stentor polymorphus***, schwach vergrössert. Man sieht an der rechten Seite der contractilen Blase k das verschiedene Anschwellungen zeigende Seitengefäss nach hinten verlaufen. oo sind die bei-

den Erweiterungen des Ringgefässes. Der After e liegt auf der dem Beobachter abgewendeten Rückenseite.

Fig. 9 giebt den Durchschnitt durch einen Theil des hintern Endes des *Stentor*. Der dünne, blasse, äusserste Theil stellt die Wimpern und Haare tragende Haut, der dunkle weiter nach innen gelegene das Körperparenchym dar, in welchem links einige Erweiterungen des Längsgefässes gelegen. Die Pfeile in der Verdauungshöhle geben hier wie bei allen Figuren, bei denen sie angebracht, die Richtung der Chymusströmung.

Fig. 10. *Euplotes Charon*, vom Bauch gesehen.

Fig. 11. Schematischer Durchschnitt eines *Paramecium*. Zu äusserst die Wimpern tragende Haut, dann das die beiden contractilen Blasen enthaltende Körperparenchym, die Verdauungshöhle einschliessend; hinter dem Munde der After.

Fig. 12. *Amphileptus fasciola*.

Fig. 13. *Enchelys farcimen*, ein kleines, verschlucktes Infusorium enthaltend; das Thier selbst wird von

Fig. 14, einer kleinen *Acineta ferrum equinum* Ehbg., ausgesogen; diese ist in Folge langen Hungerns blass, so dass man den hufeisenförmigen Nucleus erkennt, nach dem Fressen erhält sie das dunkle Aussehn der Fig. 15.

Zur Entwickelungsgeschichte der Spongillen.

(Nachtrag.)

Von

N. Lieberkühn.

(Hierzu Taf. XV.)

Dass die Gemmulae sich aus Schwammzellenhaufen bilden, beobachtet man sehr vollständig an demjenigen verästelten Schwamm, welcher Gemmulae mit glatten Schalen besitzt. Man findet auf Längsdurchschnitten eines geeigneten Stückes: 1) Gemmulae, welche vollständig entwickelt sind und aus einer glatten Schale nnd einer grossen Menge von den zuerst von Meyen genau untersuchten Ballen bestehen; jeder solcher Ballen ist kugelig und enthält in seinem Innern eine eiweissartige Flüssigkeit nnd viele das Licht stark brechende Bläschen; er ist etwa so gross wie eine Schwammzelle, und zerfällt schnell im Wasser; 2) mit deutlicher Schale versehene Gemmulae, welche die Meyenschen Ballen und ausserdem Körperchen in sich bergen, welche die Meyenschen Ballen haben, aber sich dadurch von diesen nnterscheiden, dass sie veränderliche Fortsätze bilden, wie Spongillenzellen; 3) Gemmulae mit deutlicher Schale und dem Porus versehen, welche nur die Fortsätze bildenden Körperchen enthalten; einige dieser Körperchen enthalten denselben Nucleus und Nucleolus, wie die Schwammzellen, und unterscheiden sich von diesen nur dadurch in ihrem Aussehen, dass sie von den bereits erwähnten Bläschen fast vollständig erfüllt sind; 4) kugelige mit den Gemmulae in der Grösse übereinstimmende Haufen, welche aus den eben beschriebenen, Fortsätze streckenden Körperchen und aus entschiedenen Spongillenzellen bestehen.

Die Spongillenzellen haben einen deutlichen Nucleus und Nucleolus in ihrem Innern und ausserdem eine äusserst feinkörnige Masse, welche entweder gleichförmig durch die ganze Zelle verbreitet ist, oder sich zu kleinen kugeligen Häufchen zusammengelagert hat; diese kugeligen Häufchen haben die Grösse der vorher erwähnten Bläschen und in manchen Zellen finden sich ausser ihnen mehrere solcher Bläschen. Auf einigen der kugeligen Zellenhaufen erblickt man bereits eine äusserst feine structurlose Membran.

Die Meyenschen Ballen, der gewöhnliche Inhalt der Gemmulae, sind nichts Anderes als veränderte Schwammzellen. Wenn man den ausgedrückten Inhalt einer Gemmula stark mit dem Deckglase presst, so findet man auch in jedem Ballen den Nucleus und Nucleolus; dieselben werden durch den stark lichtbrechenden Inhalt der Ballen in der Regel so verdeckt, dass man sie nur bei dem angegebenen Verfahren wahrnimmt. Diese Nuclei und Nucleoli weichen von denen der gewöhnlichen Schwammzellen in keiner nachweisbaren Weise ab.

Im Herbst ist die geeignetste Zeit, die Bildung der Gemmulae in grossem Maassstabe zu beobachten. Bei den verästelten Spongillen habe ich häufig gefunden, dass die gesammte Zellenmasse in Gemmulae übergeht; dasselbe beobachtete auch Carter an den ostindischen Spongillen. Ist ein Schwammstück in dies Stadium der Entwickelung übergegangen, so besteht es nur aus dem hornigen, die Kieselnadeln einschliessenden Skelet und den zwischen den Verzweigungen desselben steckenden Gemmulae.

Was aus dem Inhalte der Gemmulae wird, ist von Carter mitgetheilt worden. (Descriptive Account of the Freshwater Sponges in the Island of Bombay, with observations on their structure and Development in the Annals and Magazine of Natural History 1849 pg. 81.) Dieser Beobachter berichtet, dass der reife Inhalt einer Gemmula, unter Wasser in einem Glasgefäss ausgedrückt, in Schwammzellen übergehe; es sollen die einzelnen Zellen alsdann zerplatzen und der Inhalt derselben, nämlich die grösseren Bläschen (germs)

und die weit feineren, eine lebhaft zitternde Bewegung zeigenden Körnchen nebst der eiweissartigen Substanz der Zellen sich auf dem Boden des Gefässes ausbreiten; nach einiger Zeit sollen die grösseren Bläschen (germs) verschwinden und an ihrer Stelle die bewegungsfähigen Schwammzellen auftreten. Carter gibt ferner an, dass er denselben Vorgang auch bei Gemmulis beobachtet habe, welche ohne vorausgegangenen Druck freiwillig ihren Inhalt entleerten; er bildet auch eine junge Spongille ab, welche mehrere regelmässig sich zusammenziehende und wieder ausdehnende Blasen in ihrer durchsichtigen Substanz gezeigt haben soll; ob dies wirklich eine Spongille war, lässt sich aus Carters Angaben wohl kaum entscheiden, wenigstens habe ich weder bei den aus Schwärmsporen erzogenen, noch bei sonst irgend einer Spongille jemals contractile Behälter auffinden können; dagegen sie sehr häufig bei den grösseren und kleineren Amöben beobachtet, welche öfters in den Spongillen parasitisch vorkommen.

Auch habe ich oft den Versuch gemacht, den unter Wasser ausgedrückten Inhalt der Gemmulae zur Entwickelung zu bringen, indessen immer vergeblich. Es zerplatzten wohl die meisten Zellen und die darin enthaltenen Bläschen breiteten sich auch auf dem Boden des Gefässes aus, lagen hier bisweilen wochenlang in einer dünnen Schicht bei einander, Schwammzellen entstanden aber in keinem Fall daraus. Eben so wenig trat eine Entwickelung von Schwammzellen ein, wo binnen wenigen Minuten der ganze Inhalt von Gemmulis, die ich in Wasser gelegt hatte, freiwillig ausfloss und sich in ähnlicher Weise auf dem Boden des Gefässes ausbreitete, wie es oben beschrieben wurde. Der Vorgang der Entwickelung des Inhaltes der Gemmula ist ein ganz anderer und zwar folgender. Im Spätherbst hatte ich eine grosse Anzahl Gemmulae in verschiedene mit mehreren Quart Wasser angefüllte Glasgefässe vertheilt. In einzelnen Gefässen lagen die Gemmulae vereinzelt umher, in anderen steckten sie noch in den Skeletten fest und zwar ohne von irgend freier Zellenmasse begleitet zu sein. In der Mitte des März war der

Inhalt vieler Gemmulae in auffallender Weise verändert. Die Zellen zerflossen nicht mehr, wie sonst, im Wasser, wenn sie ans den Gemmulis ausgedrückt wurden, und bewegten sich wieder amöbenartig, wie die gewöhnlichen Schwammzellen. In vielen Zellen waren zwei Kerne mit Kernkörperchen vorhanden nnd im Ganzen waren die grösseren Bläschen nicht mehr so reichlich in der Zelle vertreten, sondern weit mehr die feineren Körnchen.

Ich vertheilte nun eine Anzahl solcher Gemmulae in Uhrgläschen und Glasnäpfchen nnd brachte sie so in grosse gläserne mit Wasser gefüllte Gefässe, welche einen Theil des Tages der Sonne ausgesetzt waren. Schon nach wenigen Tagen zeigte sich im Umkreise einiger Gemmulae ein feiner weisser Belag, welcher sich unter dem Mikroskop als ein Haufen von unter einander zusammenhängenden Schwammzellen erwies, welcher durch den Porus noch mit dem Inhalt der Gemmula im Zusammenhang stand; diese Zellenmasse sass auf dem Boden des Gefässes fest und heftete die noch theilweis gefüllte Gemmulaschale so an, dass sie selbst bei starken Bewegungen des Wassers nicht von der Stelle wich. An anderen Gemmulis befand sich die herausgetretene Zellenmasse nicht an der Stelle, mit der sie auf dem Glase auflagen, sondern anf der nach oben gekehrten Seite; im ersteren Falle lag der Porns gerade nach unten, im letztern nach oben. Der Austritt der Zellenmasse geschah so langsam, dass etwa vier Tage darüber verliefen, ehe die Schale vollständig entleert war. Mittlerweile wurde der äussere Rand der Zellenmasse allmälig dnrchscheinend; es hatten sich nämlich hier die grösseren Bläschen ganz verloren und statt dessen die kleinen Körnchen der gewöhnlichen Spongillenzellen eingefunden, wie die Untersuchung bei Anwendung starker Vergrösserungen nachwies. An einzelnen Stellen der frei gewordenen Schwammmasse fanden sich grosse kegelförmige Erhebnngen.

In einigen Fällen löste sich der ausgetretene Inhalt der Gemmula in Form einer oder zweier Kugeln von der Gemmulaschale ab nnd blieb so auf dem Boden des Gefässes liegen; wurden solche Kugeln ohne Anwendung eines Deckglases

mit dem Mikroskop untersucht, so zeigten sie zuweilen hier und da leichte Erhebungen und spitze Fortsätze auf ihrer Oberfläche, welche wieder verschwanden, während andere hervortraten.

Die von grünem Schwamm entnommenen Gemmnlae wurden dunkler und der Inhalt trat in eben derselben Weise aus dem Porus herans, wie bei den farblosen. Schon mit blossem Auge erkannte man seine grüne Farbe. Auch hier verschwinden allmälig die grösseren Bläschen der Zellen und es treten an ihrer Stelle die sich grün färbenden feinen Körnchen auf; und zwar deuten folgende Formen die mögliche Entstehung der letzteren aus den ersteren an: es kommen Körperchen von der Form und Grösse der Bläschen vor, welche eine zerrissene und unregelmässige Oberfläche haben und in ihrem Innern feine zum Theil grüne Körnchen hergen; ferner finden sich zusammenklebende Körnchenhaufen von der Grösse jener Bläschen. Die Grösse der Zelle schwankt zwischen 0,03 und 0,02 Mm., die der Nuclei zwischen 0,01 und 0,007 Mm., die der Nucleoli beträgt ungefähr 0,003, die der feinen Körnchen 0,001 Mm.

Anch an den Gemmulis, welche noch in den Skeletten steckten, wnrde der ehen beschriebene Vorgang wahrgenommen. Die heraustretende Zellenmasse breitet sich hier allmälig gleichmässig über das ganze Skelet ans und es entsteht so wieder ein Schwammstück von demselben Anssehen wie vordem, ehe die Gemmulabildung stattgefnnden hatte. Der Inhalt der verschiedenen Gemmulae fliesst so vollständig zusammen, dass man hald die ursprünglichen Grenzen der einzelnen nicht mehr erkennt.

Am sechsten Tage nach dem Austritte des Inhaltes bemerkte ich hei mehrern Exemplaren den Anfang der Nadelblldung, von der in den Gemmulis selbst bisher keine Spur zn entdecken war. Es fanden sich heim Zerdrücken der Zellenmasse änsserst feine Nadeln vor, welche theils glatt waren, theils in ihrer Mitte eine kugelige Anschwellung hesassen. Die näheren Angahen über die Nadelbildung findet man weiter unten in der Entwickelungsgeschichte der Schwärmsporen.

Die mitgetheilten Vorgänge habe ich sowohl bei glattschaligen als auch bei den mit sternförmigen Amphidisken besetzten Gemmulis beobachtet.

Der Inhalt einer grünen Gemmula verhielt sich am achten Tage nach seinem Austritt folgendermaassen: das Ganze bildet einen scheibenförmigen, nach der Mitte hin sich mehr und mehr erhebenden Körper von 3 Mm. im grössten Breitendurchmesser. Am Rande ist dieser Körper farblos und durchsichtig, nach der Mitte zu wird er mehr und mehr grün. Im Centrum liegt die entleerte Gemmulaschale ($^2/_3$ Mm. im Durchmesser), welche ihre kugelige Gestalt beibehalten hat. Die Bewegungserscheinungen dieses Körpers nimmt man nicht direct wahr, weil sie zu langsam geschehen; erst nach Stunden sieht man bisweilen, dass Hervorragungen und Einbuchtungen der farblosen Substanz verschwunden sind, welche vorher sichtbar waren.

Es lassen sich vier Arten von Schalen unterscheiden, von denen zwei, die glattschaligen und die mit sternförmigen Amphidisken besetzten, schon oben erwähnt sind. Eine dritte Art fand ich in solchen Spongillen, deren Gerüst fast ausschliesslich aus knorrigen und auf der ganzen Oberfläche mit kleinen Spitzen versehenen Nadeln besteht. Ehrenberg hat diese Spongillen *Spongilla erinaceus* genannt; sie kamen hier einige Male auf Gegenständen vor, welche im Spreewasser gefunden waren. Die in ihnen steckenden Gemmulae waren sämmtlich von Amphidisken mit ganz abweichender Form besetzt. Diese Amphidisken bestehen nämlich aus einem Stäbchen, an dessen Enden nicht gezackte, sondern runde Räder aufsitzen; die Räder oder Scheiben haben in ihrer Mitte auf der vom gemeinsamen Stäbchen abgewendeten Seite eine feine kegelförmige Erhabenheit. Die Amphidisken stecken mit dem einen Rade in der Schale fest, in welcher sich entsprechende Vertiefungen vorfinden; das andere Rad ragt frei hervor. Ihre Grösse unterliegt ähnlichen Schwankungen, wie die der bekannten. Die Amphidisken erleiden beim Glühen keine sichtbaren Veränderungen; von den Nadeln zeigten die grösseren danach eine deutliche Aushöhlung, welche sich bis in die Spitzen ihrer

Stacheln hineinerstreckte. Eine vierte Form der Gemmulae bietet das Charakteristische, dass ihre Schalen statt mit Amphidisken mit kleinen stacheligen, meist ein wenig gekrümmten Kieselnadeln besetzt sind, während die dazu gehörigen weit längeren Skeletnadeln eine glatte Oberfläche haben. Solche Gemmulae liegen gewöhnlich dicht gedrängt an einander, entweder in kugeligen Haufen von fünf und mehrern, oder in einer einfachen Lage; sie hängen oft so fest zusammen, dass sie nur mit grosser Schwierigkeit von einander getrennt werden können. In der Regel liegen die Belagsnadeln dicht neben einander auf der ganzen Oberfläche der Gemmula, bisweilen kommen sie nur vereinzelt darauf vor.

Die Entwickelung der Schwärmsporen konnte ich auf folgende Weise am leichtesten verfolgen. Eine beliebige Anzahl derselben wird in eine grosse mit Regenwasser angefüllte Glasschüssel gesetzt. Nach zwei bis acht Tagen stellen die Sporen ihre Bewegungen ein und liegen lose auf dem Boden des Gefässes. Jetzt werden sie in kleinere Gefässe, in Uhrgläser oder Glasnäpfchen zu zweien oder mehrern vertheilt und dabei mit frischem Brunnenwasser versehen. Binnen einem oder wenigen Tagen sitzen sie schon so fest am Glase, dass man sie sammt dem Uhrgläschen in ein grosses mit Wasser gefülltes Gefäss werfen kann, ohne dass sie abreissen. Das Wasser pflegte ich jedes Mal zu erneuern, wenn ich die Sporen zur Beobachtung herausnahm. Die Schwärmsporen bleiben auf diese Weise meist bis zur sechsten Woche und bisweilen länger am Leben. In diesem Jahre fand ich in den Spongillen der Spree die Sporen vom Anfang des Juni bis zum Ende des October bisweilen zu Hundert und mehr an einem Tage.

Eine Spore, welche von Keimkörnern angefüllt war, wurde in ein Glasnäpfchen gebracht, nachdem sie drei Tage in einem grossen Gefässe gelebt und ihre Bewegungen eingestellt hatte; sie hatte bereits die Wimpern verloren, nur an einer Stelle hingen noch einige Zellen mit ihrem Wimperhaar. Spicula und Keimkörner sah man unmittelbar unter der Corticalsub-

stanz, welche keine Struktur und nur hier und da leichte Erhebungen zeigte. Am folgenden Tage sass die Spore so fest auf dem Glase, dass sie selbst bei starken Erschütterungen desselben nicht aus der Stelle gerieth. Von Wimpern und deren Zellen erkannte ich jetzt keine Spur mehr; an einer Stelle ragte ein breiter durchsichtiger Fortsatz hervor, welcher auf die Glasfläche ergossen war und ungefähr die Hälfte von der Länge des Durchmessers der Spore hatte; im Uebrigen war die Spore noch kugelig. An einzelnen anderen Stellen wurden weit kleinere durchsichtige, strukturlose Fortsätze hervorgeschoben und wieder zurückgezogen, meist jedoch so langsam, dass die Bewegungen nur aus der binnen einigen Minuten veränderten Gestalt geschlossen werden mussten. Im Verlauf von zehn Minuten verlängerte und verbreiterte sich der grössere Fortsatz mehr und mehr und es drangen die feinen Körnchen und Keimkörner allmälig in ihn ein; die Dicke der Spore verringerte sich dabei zusehends. Mittlerweile bildete sich auch auf der entgegengesetzten Seite ein ähnlicher Fortsatz, welcher sich gleichfalls mit Körnchenmasse füllte. Die Corticalsubstanz setzte sich nun nicht mehr gegen eine Medullarmasse ab, sondern das Ganze gewährte einen ähnlichen Anblick wie eine grosse Amöbe, welche Keimkörner und Spicula in ihrem Innern tragen würde. Wenn die Corticalsubstanz jetzt noch bliebe, so könnte sie nur als eine feine, äusserst elastische Membran fortexistiren; ihre Isolirung ist mir in diesem Stadium niemals gelungen. Die in der äussersten Umgrenzung der jungen Spongille liegende Substanz bricht das Licht sehr schwach und bildet nur eine äusserst dünne Lage; hin und wieder finden sich in ihr kleine Vacuolen, welche sich mit den nicht contractilen der Infusorien vergleichen lassen. Diese Substanz war nun eine Zeit lang in einer direct wahrnehmbaren Bewegung begriffen, sie floss langsam hin und her, dehnte sich über neue Stellen des Glases aus und zog sich von daher wieder zurück; bisweilen erschienen auch zackige Fortsätze. Zur Beobachtung dieser Vorgänge ist besonders die schiefe Beleuchtung geeignet; die Spongille bleibt dabei immer in einer hinreichenden Quantität Wasser und geht während dessen nicht zu Grunde,

selbst wenn man sie mit einem Deckgläschen bedeckt. Am folgenden Tage hatte sie sich nach allen Seiten hin auf dem Glase ausgebreitet, wie sich schon mit blossem Auge erkennen liess. Der peripherische Theil war durchsichtig und erst in einiger Entfernung vom Rande lagen die Körnchen, Keimkörner und Spicula; die letzteren lagen unregelmässig durch einander, einige ragten mit ihren Spitzen bis an den durchsichtigen Rand. Die Keimkörner befanden sich in einem sehr verschiedenen Zustande; einzelne verhielten sich genau so, wie die, welche oben als Theile der Keimkörnerconglomerate beschrieben sind; man unterschied in einigen die strukturlose, das Licht stark brechende Hülle und einen sich gegen dieselbe absetzenden strukturlosen Inhalt; andere hatten ihre kugelige oder linsenförmige Gestalt verloren und zeigten viele mehr oder weniger tiefe Einschnürungen; wieder andere bestanden zur Hälfte aus kleinen kaum noch zusammenhängenden Stükken und waren zur andern Hälfte noch unversehrt; andere waren in viele kleine Stücke zerfallen, welche zusammen noch die Form des Keimkornes darboten. Schon allein aus diesem Verhalten der Keimkörner geht hervor, dass die Keimkörnerconglomerate nicht aus den Schwärmsporen entstehen können, wohl aber kann die Schwärmspore aus dem Keimkörnerconglomerat entstehen, letzteres brauchte nur eine dickere Umhüllungssubstanz und ein Wimperepithelium zu erhalten, um die Form der Schwärmspore zu besitzen. Ob dies wirklich so stattfindet, und wie das Keimkörnerconglomerat selbst entsteht, ob vielleicht einfach durch eine Zusammenlegung von Schwammzellen, welche ihren Nucleus und Nucleolus verlieren: über alles dies fehlen noch die Beobachtungen. Ein Keimkorn nimmt ganz das Ansehen einer Schwammzelle an, wenn man es mit Essigsäure behandelt, es verschwinden nämlich sogleich die scharfen dicken Contouren und im Innern erscheint eine Körnchenmasse, von welcher man vorher nichts wahrnahm.

Am achten Tage ergab die Untersuchung folgendes Resultat. Die Nadeln lagen an ganz anderen Stellen und fanden sich in grösserer Anzahl vor. Die meisten lagen in der Mitte,

zu mehrern Bündeln vereint. Einzelne lagen nicht mehr der ganzen Länge nach auf dem Glase, sondern es war die eine Spitze in die Höhe gehoben, so dass sie etwas über den Körper der Spongille hinausragte. Die Grössenverhältnisse der Nadeln waren noch ungefähr dieselben, wie sie oben für die der bewimperten Sporen angegeben sind. Die Keimkörner waren verschwunden, statt ihrer fanden sich nur noch Körnchen vor von der Grösse und dem Lichtbrechungsvermögen derjenigen, welche durch Zerfallen der Keimkörner entstehen. Die Körnchenmasse hatte sich zumeist in Haufen von der Grösse der Spongillenzellen zusammengelagert; einige dieser Haufen enthielten in ihrer Mitte einen glashellen Nucleus mit Nucleolus, welche gleichfalls schon ungefähr so gross waren, wie die Nuclei und Nucleoli der Spongillenzellen. Mehrere solcher Haufen lagen nahe am Rande der Spongille und waren nicht von anderen bedeckt; sie änderten bisweilen ihre Form, es bildeten sich spitze und stumpfe Fortsätze und verschwanden wieder, ganz wie bei den ausgebildeten Spongillen. Eine Zellenmembran liess sich noch nicht erkennen; öfters flossen Körnchen des einen Haufens in das Bereich eines benachbarten hinein. In einzelnen dieser jungen Zellen steckten ausser dem Nucleus und Nucleolus zwischen den Körnchen noch die Anfänge der jungen Kieselnadeln. Es sind dies kleine kugelige Gebilde von der Grösse der Nucleoli der Schwammzellen; sie haben dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie die Nadeln und unterscheiden sich von den übrigen Körnchen der Zellen besonders dadurch, dass sie von Säuren nicht angegriffen werden; neben diesen Kugeln findet man kugelige Körperchen, welche gegenüberliegend kleine spitze Auswüchse besitzen; diese Auswüchse sind bei manchen so lang, dass das ganze Körperchen die Form einer in der Mitte kugelförmig angeschwollenen Kieselnadel hat; in manchen Fällen geht die Längsachse solcher Nadel anscheinend gerade durch das Centrum der kugeligen Anschwellung, in anderen nicht. Bisweilen haben die Körperchen nur nach einer Seite hin eine Zuspitzung. Im ausgebildeten Schwamm fand ich einige Mal dieselben Formen von Kieselgebilden, aber von weit bedeutender

Grösse, sie hatten die Grösse von den kugeligen Anschwellungen mancher ausgewachsenen Nadeln; alle waren feuerbeständig. Man kann beobachten, dass jene Kieselgebilde wachsen; wenn man sie in Zwischenräumen von einigen Wochen misst, überzengt man sich von der Zunahme der einzelnen Durchmesser. Im abgestorbenen Schwamm zeigen sie in ihrem Innern meist eine Aushöhlung, wie Ehrenberg dies vielfach abgebildet hat. Es kommen auch sehr unregelmässige Formen dieser Kieselgebilde in verschiedenen Schwärmsporen vor, z. B. Kugeln mit drei oder vier Spitzen, kreuzförmige Gebilde u. s. w.; in anderen Schwärmsporen finden sich nur die regelmässigen, oben angeführten, Formen vor. Alle diese Gebilde sind weit kleiner wie die im ausgebildeten Schwamm vorkommenden, von Ehrenberg vielfach abgebildeten und mit Namen belegten Formen.

Nach sechs Wochen verhielt sich die vorher besprochene Spongille folgendermaassen. Die Breite des Körpers hatte ungefähr um die Hälfte der ursprünglichen Grösse zugenommen, die Höhe vielleicht um das Sechsfache. Die Nadeln hatten eine charakteristische Lagerung schon ganz wie bei den ausgebildeten Spongillen. Sie ragten in Bündeln zu dreien oder mehrern vereint über die Oberfläche der Spongille nach oben und nach den Seiten heraus, theils in vertikaler, theils in mehr oder weniger geneigter Stellung. Auf dem breiten Gipfel der Spongille standen etwa zwanzig solcher Bündel nahezu im Kreise. Die Bündel waren wieder durch einzelne Nadeln oder durch Nadelbündel unter einander verbunden; die Richtung der einzelnen Nadeln eines Bündels ist eine sehr verschiedene und ändert sich zuweilen während der Beobachtung. Grösse und Anzahl der Nadeln haben beträchtlich zugenommen; ich zählte allein in den oberen Bündeln etwa siebenzig, während bei der Fixirung der Spore nur zehn im Ganzen gezählt wurden. Diese Nadelbündel entsprechen denjenigen Nadelbündeln, welche man bei den ausgewachsenen Spongillen als Spitzen schon mit blossem Auge hervorragen sieht. An einzelnen Bündeln war auch eine feine strukturlose Membran zu sehen, welche ich nun auch bei allen lebenden farblosen und grünen ver-

ästelten und unverästelten Schwämmen mehrfach gefunden habe und deren bereits Meyen erwähnt; es werden dadurch die einzelnen Nadeln zu Bündeln und die Bündel zum Skelet zusammengehalten, welches oft noch lange Zeit fortbesteht, nachdem die Gallertsubstanz längst zu Grunde gegangen ist und von Neuem der Wohnsitz junger Spongillen wird, die es mit ihrer Zellenmasse und ihren Nadeln wieder überziehen und durchdringen.

Während des Sommers und Herbstes habe ich nun viele Hunderte von Schwärmsporen auf die angegebene Weise zur Entwickelung kommen sehen. In vielen Fällen vermehrten sich die Nadeln weit weniger, als es so eben dargestellt ist, und war auch die Grösse der Spongille viel geringer. So beobachtete ich mehrere Exemplare, welche selbst nach acht Wochen sich nur wenig über die Fläche des Glases erhoben hatten und zwar nur in ihrem mittleren Theile; man konnte hier noch deutlich die einzelnen Zellen unterscheiden, was bei dem vorher beschriebenen Exemplar nicht mehr anging, ohne es vorher zu zerstören. Am Rande dieser sechswöchentlichen Spongillen rückten die Zellen bisweilen so weit aus einander, dass sie nur mit dünnen Fortsätzen, welche sie hervorstreckten, noch unter einander zusammenhingen. Dabei ist der ganze Körper eines solchen Exemplares noch in einem beständigen Wechsel der Form begriffen; man sieht im Laufe eines Tages an den verschiedensten Stellen längere und kürzere Fortsätze hervor- und wieder zurückfliessen. In dem mittlern Theile einer achtwöchentlichen Spongille hatten sich mehrere Hohlräume gebildet, deren jeder etwa den fünften Theil des Breitendurchmessers der Spongille in der Breite besass; ein solcher Hohlraum war rings umgeben von einer mehrfachen Lage Zellen, in der sich mehrere Nadelbündel befanden; die Basis des Hohlraumes bestand aus einer einfachen Zellenschicht, in der man Nuclei und Nucleoli bei der geeigneten Einstellung des Mikroskops erkennen konnte; nach oben war der Hohlraum ebenfalls geschlossen und zwar von einer äusserst dünnen schleimartigen Masse, in der bisweilen ein Nucleus und Nucleolus zu sehen war, es war wohl die sehr ausgedehnte Zellensubstanz.

Am folgenden Tage waren die Zellen und Nadeln wieder aus einander gerückt und von diesem eigenthümlichen Aufbau nichts mehr zu sehen.

Die Schwärmsporen, welche in ihrem Innern noch Keimkörner tragen, sind nicht die häufigeren; in der Regel ist der Prozess der Zerlegung der Keimkörner schon in der Schwärmspore wenigstens zum grossen Theil abgelaufen, während sie die Wimpern trägt. Hat eine Spore vielleicht gerade noch eins, zwei oder etwa drei unversehrte Keimkörner, wenn sie sich zur Entwickelung festsetzt, so ist die Gelegenheit gegeben, an ein und demselben Keimkorn den Prozess der Zerlegung in Körnchen binnen wenigen Tagen zu beobachten, da man sie bei der Durchsichtigkeit der ausgebreiteten Spongille leicht wiederfindet. Das Zerfallen der Keimkörner in Körnchen ist keine Verwandlung derselben in Fett: denn Essigsäure macht die Körnchen sogleich durchsichtig und bald unsichtbar.

Wie das Zerfallen der Keimkörner so häufig schon in der bewimperten Spore eintritt, so kommt es auch vor, dass bereits die Zellenbildung hier beginnt; man sieht dann schon an dem unversehrten Körper der Spore die einzelnen jungen Zellen hindurchschimmern, indem sie dicht unter der Oberfläche in den verschiedensten Formen ausgebreitet liegen, und bisweilen während der Beobachtung die Gestalt verändern. Zerdrückt man eine solche Spore vorsichtig mit dem Deckglase, so erhält man die Körnchenhaufen mit dem Nucleus und Nucleolus in grosser Zahl unversehrt, vielfach aber auch freie Kerne mit ihren Kernkörperchen; bisweilen platzt auch ein Nucleus auf und der Nucleolus tritt hervor.

Die Membran der Zelle habe ich bei den jungen Spongillen noch nicht isolirt gesehen; bei den alten dagegen habe ich mehrmals Folgendes beobachtet: eine grosse Zelle platzte an einer Stelle, und es trat die zähe Substanz als ein zusammenhängendes Stück mit Körnchen, Nucleus und Nucleolus aus der Umhüllungsmembran heraus; letztere blieb unbeweglich liegen; der Zelleninhalt vollstreckte jedoch noch lange Zeit amöbenartige Bewegungen, indem Kern und Kernkörper dabei beständig hin und her geschoben wurden.

Einige Schwärmsporen überzogen gleich nach dem Verschwinden des Wimperepitheliums fremde Körper, welche gerade in der Flüssigkeit lagen; so legte sich eine in der Weise um eine Baumwollenfaser herum, dass diese das ganze Innere der Spongille durchzog und nur mit ihren beiden Enden frei hervorragte. Im Laufe eines Tages hatte die Spongille den Faden zum grössten Theil wieder verlassen und sich auf dem Boden des Glases festgesetzt. Eine andere Spongille überzog ein Bündel von alten Kieselnadeln so vollständig, dass es ganz und gar in seinem Körper steckte.

An vielen jungen Spongillen bemerkt man etwa vom fünften Tage der Festsetzung ab eine kegelförmige, von gallertiger Substanz gebildete Hervorragung, welche sich bisweilen auch auf eine oder mehrere emporragende Nadeln stützt; bei Bewegungen des Wassers schwingt dieselbe hin und her; eine Oeffnung habe ich an ihr ebenso wenig wie an einer andern Stelle des Embryo wahrgenommen.

Unter den Schwärmsporen, welche in einem grössern Gefässe zur Entwickelung kamen, waren auch einige, welche von grünen verästelten Spongillen mit glattschaligen Gemmulae abstammten. Diese Spongillen waren auf ihrer ganzen Oberfläche mit einer dünnen Lage einer abtrennbaren, zusammenhängenden Zellenmasse überzogen, welche durchgängig von sehr kleines knorrigen Nadeln durchsetzt war, während im Innern das Gerüst aus den gewöhnlichen grossen Nadeln bestand. Viele Gemmulae trugen auch auf ihrer Membran einzelne solcher kleinen Nadeln unregelmässig zerstreut. Die Schwärmsporen waren farblos und sahen eben so aus, wie die anderen. Am zwanzigsten Tage, wo ich sie zwischen den übrigen entwickelt vorfand, hatten ihre jungen Zellen schon deutlich einen Nucleus und Nucleolus und ausserdem drei oder mehrere Körnchen, welche grün waren, wie in dem ausgebildeten grünen Schwamme.

Wenn junge Spongillen etwa am achten Tage nach der Festsetzung oder etwas früher oder später abstarben, so begann dies meist damit, dass eine Anzahl Nadeln aus dem Bereich der weichen Körpersubstanz herausgeschoben wurde; die gallertige

in einen Klumpen zusammengezogene Masse wurde allmälig kleiner, und wenn man sie in Stücke zerdrückte, so zeigten diese die Bewegungserscheinungen nicht mehr; gewöhnlich fanden sich Schaaren von Monaden, Glaucomen, *Amoeba diffluens* und anderen Infusorien in ihrer Nähe ein; schliesslich blieben nur die Nadeln unregelmässig zerstreut übrig. An vierwöchentlichen Spongillen, welche zu Grunde gingen, blieb das Kieselskelet fast in seiner ursprünglichen Lage und Gestalt; die Zellenmasse zog sich innerhalb desselben zu einem einzigen, das Licht stark brechenden Haufen zusammen, welcher nach und nach verschwand unter gleichzeitigem Erscheinen von grossen Mengen von Infusorien. In einzelnen Fällen zerfiel die absterbende Spongille nur in viele Körnchen, welche bei der Entfernung des Wassers grossentheils mit fortschwammen, während die Nadeln an ihrer ursprünglichen Stelle liegen blieben. Es kommt aber auch vor, dass die Schwammzellen sich in der Mitte des Skeletes zusammenlegen und noch Wochen lang so fortleben. —

Anmerkung. Es ist die Frage, ist eine Spongille ein Individuum, oder ist sie eine Colonie? Im erstern Falle wäre die Spongille ein Organismus, der aus Zellen von ein und derselben Form besteht. Im letztern Falle wäre jede Schwammzelle ein Rhizopode; die Gemmulabildung wäre eine Art Incystirung einer ganzen Colonie, ein Meyenscher Ballen wäre ein Rhizopode im Ruhezustande; die Skelete wären Stöcke, welche jene Rhizopoden bewohnen; die Schwärmsporen wären Behälter, in denen die Rhizopoden entstehen, wie Cercarien in Ammen.

Zur Beantwortung dieser Frage wurden Spongillen mechanischen, chemischen und elektrischen Reizmitteln ausgesetzt. Es traten bei keinem Versuch Gesammtbewegungen des Körpers der Spongille ein. Als elektrisches Erregungsmittel wurde der von Du Bois-Reymond verbesserte Magnetelectromotor angewandt, welcher durch zwei Bunsensche Elemente in Bewegung gesetzt wurde; selbst wenn die inducirte Rolle vollständig über die inducirende geschoben war, zeigte die Spongille keine Bewegung.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Eine aufplatzende Spongillenzelle, aus welcher der Inhalt heraustritt.

Fig. 2. Eine Zelle mit Nucleus und Nucleolus mit amöbenartigen Fortsätzen.

Fig. 3. Eben solche Zelle, aus einem Zellenhaufen entnommen, um den sich bereits die Gemmulamembran gebildet hatte; im Innern der Zelle liegen Körnchenhaufen und Bläschen.

Fig. 4. Nucleus mit Nucleolus solcher Zelle.

Fig. 5. Eben solche Zelle mit Bläschen erfüllt, aus einer jungen Gemmula.

Fig. 6—12. Keimkörner von verschiedener Grösse.

Fig. 13 und 14. Dieselben mit Essigsäure behandelt.

Fig. 15. Ein Körnchenhaufen, aus dem zerfallenden Keimkorn entstanden.

Fig. 16. Eine junge Schwammzelle mit Nucleus und Nucleolus und einer kleinen Kieselnadel im Innern.

Fig. 17—21. Kieselbildungen aus Schwärmsporen.

Fig. 22. Eine Zelle aus einer festsitzenden jungen Spongille mit Nucleus und Nucleolus und einer Nadel im Innern.

Fig. 23. 24. Nadelformen aus vierwöchentlichen Spongillen.

Fig. 25. 26. Kieselbildungen aus ausgebildeten Spongillen.

Fig. 27. Eine Nadel aus altem abgestorbenen Schwamm.

Fig. 28—30. Amphidisken in Bläschen, wie sie auf den sich bildenden Gemmulae vorkommen.

Fig. 31. 32. Amphidisken aus *Spongilla erinaceus.*

Fig. 33. Belagsnadel einer Gemmula aus verästeltem Schwamm.

Fig. 34. Spermatozoiden.

Fig. 35. Eine Schwärmspore.

Fig. 36. Wimperepithelium derselben.

Fig. 37. Eine Spongille, welche nach dem Verschwinden der Wimpern sich auf eine Baumwollenfaser festgesetzt hat.

Fig. 38. Ein Fortsatz einer solchen, in welchem bereits die Nuclei sichtbar sind, stark vergrössert.

Fig. 39. Eine junge Spongille, acht Wochen nach dem Abwerfen der Wimpern.

Fig. 1—34 sind bei 450maliger, Fig. 35 und 39 bei 100facher, Fig. 37 bei 50facher, Fig. 36 bei 450facher und Fig. 38 bei 300maliger Vergrösserung gezeichnet.

Phänomene aus dem Leben der Pigmentzellen.

Von

Dr. W. Busch.

(Hierzu Taf. XVI.)

Als ich behufs des Studiums der Pigmentzellen ein Stück pigmentirter Haut, welches einer Froschlarve abgezogen war, unter dem Mikroskope ausgebreitet hatte, beobachtete ich unter anderen eine sternförmige Pigmentzelle (Fig. 1), deren eines Ende, in welchem sich ein heller Fleck (Kern) befand, in eine feine schwarze Spitze ausgezogen war, welche wieder eine kleine Kugel trug, die selbst heller gefärbt war und in welcher die Pigmentkörnchen in lebhafter molekularer Bewegung waren. Nach einiger Zeit, als ich die Zelle wieder ins Auge fasste, sah ich, wie jene Kugel von der ausgezogenen Spitze der Zelle getrennt war, und glaubte schon fehlerhaft beobachtet zu haben, indem ich vorher einen Zusammenhang angenommen hatte. Zu meinem grossen Erstaunen bemerkte ich jedoch, wie jene feine Spitze allmälig und sehr langsam mehr und mehr von der Zelle eingezogen wurde, so dass die Entfernung zwischen ihr und jener hellen Kugel zunahm, während sie selbst kürzer und breiter wurde (Fig. 2). Die Bewegung war eine so langsame, dass man sie mit den Augen selbst nicht verfolgen konnte, sondern erst am Resultate wahrnahm, dass sie überhaupt stattgefunden hatte. Nachdem sich die Spitze so weit zurückgezogen hatte, dass sie nur noch ein wenig über den rundlichen Contour des obersten Zellenausläufers hervorragte, fand plötzlich eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne statt. Die Spitze plat-

tete sich oben ab, wurde rundlicher und breiter und schob sich von dem Zellenausläufer, an welchem sie befestigt war, fort. Während dies geschah, wurde die schwarze Pigmentmasse in diesem Stücke heller; man sah einzelne Pigmentmoleküle in lebhafter Bewegung. So zog sich die vorher feine Spitze zu einem rundlichen Fortsatze aus, dessen Gestalt in Fig. 3 abgebildet ist. Kurze Zeit blieb die Zelle unverändert, dann bemerkte man eine Einschnürung an dem Uebergang des rundlichen Fortsatzes in seinen Stiel, welcher ganz wie bei der ersten Pigmentkugel zunahm, bis Stiel und Kugel vollständig von einander getrennt waren. Hierauf zog sich die Spitze des Stieles wieder in der Richtung nach der Zelle hin zurück und zwar soweit, dass über den rundlichen Contour des obersten Zellenausläufers nichts mehr hervorragte (Fig. 4. a).

Während dieses langsamen Zurückweichens der Spitze hatten sich in der zuletzt abgeschnürten Kugel, die ganz in der Nähe der ersten lag, die Pigmentmoleküle im Grunde zusammengeballt, so dass hier eine continuirliche schwarze Masse sich befand, während in dem übrigen Raum der Kugel die einzelnen Körnchen getrennt lagen (Fig. 4. b).

Einige Zeit nachdem dieses vorgegangen war, fing wieder derselbe Fortsatz der Pigmentzelle an, einen neuen Ausläufer zu treiben und zwar in Form eines zweizackigen stumpfen Fortsatzes (Fig. 5). Dieser zog sich weiter aus, so dass er mittelst eines Stieles mit der Zelle zusammenhing, während gleichzeitig sein oberes Ende kugelförmig ausgebuchtet war. In diesem Zustand, der in Fig. 6 abgebildet ist, verharrte die Zelle und veränderte sich nicht weiter. Der Zeitraum, während dessen die verschiedenen Metamorphosen vor sich gegangen waren, betrug zwei Stunden.

Die Idee, dass die eben geschilderten Vorgänge, die in einer vom lebenden Körper getrennten Membran beobachtet wurden, rein physikalischen Einflüssen zuzuschreiben seien, lag nahe, jedoch war einmal die Membran von einer Stelle genommen, die auch in dem lebenden Thiere beständig vom Wasser umspült wird, sodann aber hätte sich wohl zwar die

Verlängerung der Zellenmembran in jene gestielte Kugel durch Eindringen von Wasser erklären lassen, niemals aber das selbstständige Zurückweichen der Spitze, nachdem die Abschnürung geschehen war. Die Art, wie dieses zu Stande kam, schien mir ein Akt der lebenden Zelle zu sein, besonders da ganz derselbe Prozess sich noch einmal wiederholte. Dass Pigmentzellen übrigens auch, nachdem die Membran, in welcher sie sich befinden, vom Mutterboden getrennt ist, noch Lebensphänomene geben, wissen wir aus den Untersuchungen Brückes, der durch elektrische Reizung Contractionen in ihnen hervorgerufen hat. Ebenso kennen wir die Contractionen und Expansionen der sogenannten Chromatophoren aus der Haut der Cephalopoden, welche nach den Untersuchungen R. Wagners sich noch zusammenziehen und ausdehnen können, nachdem sie vom lebenden Thiere genommen sind.

Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass, wenn Verdacht einer Täuschung durch Verletzung einer Zellenwand und theilweises Austreten des Inhalts vorgelegen hätte, ich die Beobachtung nicht mitgetheilt hätte. Die Zelle befand sich ziemlich in der Mitte der abpräparirten Membran, und wenn sie ihren beweglichen Fortsatz eingezogen hatte, wie in Fig. 4, liess sich die Integrität der Contouren deutlich sehen.

Ehe ich die weitere Untersuchung, die ich über diesen Gegenstand anstellte, beschreibe, will ich noch bemerken, dass es mir bei allen dreien der kugelförmigen Fortsätze aufgefallen war, dass die in ihnen sich bewegenden Pigmentmoleküle sich stets an der Peripherie hielten, niemals aber ihren Weg von einem Punkte derselben nach dem andern durch das Centrum der Kugel nahmen, so dass hier im Innern ein begrenzender Körper vorhanden zu sein schien, der ebenso wie die Umhüllung der Kugel ein Vordringen nach aussen, hier ein weiteres Vordringen der Moleküle nach innen verhinderte. Als daher die grosse Pigmentzelle nach Verlauf von zwei Stunden durchaus keine weiteren Veränderungen mehr einging, setzte ich zu dem Präparate Essigsäure, um mich zu überzeugen, ob in jenen Kugeln ausser den

Pigmentmolekülen nicht etwa eine als Kern zu deutende Portion des Inhalts der alten Zelle enthalten sei. Es zeigte sich jedoch nichts dem Aehnliches.

Um nun fest entscheiden zu können, ob jene oben mitgetheilte Beobachtung des Ausschickens von Fortsätzen und Abschnüren derselben an Pigmentzellen ein vitaler Act sei, war es nöthig, diese Bildungen am lebenden Thiere längere Zeit hinter einander zu beobachten. Die vorgerückte Jahreszeit des Spätherbstes machte es zwar schwer, sich passende Thiere zu verschaffen, jedoch gelang es mir noch einige Exemplare von jungen Tritonen, welche noch äussere Kiemen besassen, und Froschlarven, bei denen schon die hinteren Extremitäten entwickelt waren, zu erhalten. Die Vorbereitungen zur Beobachtung waren sehr einfach: an dem Objectträger wurde ein hölzernes Brettchen befestigt, welches mit jenem auf dem Tische des Mikroskops Platz hatte; auf dem Brettchen wurde das Thier fixirt und zwar so, dass der zur Beobachtung gewählte Theil, entweder der Schwanz oder ein Hinterfuss, auf dem Objectträger lag und nicht auf das Holz zurückgezogen werden konnte. Dieser Theil wurde von einem Deckplättchen festgehalten, unter dem sich aber so viel Wasser befinden musste, dass kein zu starker Druck ausgeübt wurde. Das Thier wurde ebenfalls während der ganzen Dauer der Beobachtung häufig mit Wasser beträufelt, damit es athmen und die Circulation in normalem Zustande erhalten konnte.

Viele Stunden wurden nun zwar nutzlos gleichsam auf dem Anstande verbracht, wenn man eine Gruppe von sternförmigen schwarzen Pigmentzellen überwachte, die sich zufällig gerade nicht veränderten, aber dann traf man auch wieder eine glücklichere Stelle, wo einzelne Zellen Fortsatz auf Fortsatz von sich schickten, welche letztere aber mit der Mutterzelle in Zusammenhang blieben. Nur ein einziges Mal fand ich in einem Tritonenschwanze die Zelle, welche in Fig. 7 abgebildet ist. Diese buchtete sich an der Seite in zwei Zacken aus, welche zuerst nur bis b reichten, dann aber sich bis c vorschoben. In der Mitte dieses zackigen

Fortsatzes entstand dann eine Einschnürung, welche allmälig zunehmend das vordere Ende vom Mutterboden ganz ablöste. Das zurückgebliebene Stück des Fortsatzes zog sich dann noch etwas weiter aus und löste sich von der alten Zelle in Form einer rundlichen Kugel, die ziemlich dicht neben dem ersten getrennten Sprossen Platz fand (Fig. 8). Die beiden vom Mutterboden abgeschnürten Körper enthielten zerstreute Pigmentkörner, die jedoch keine Molekularbewegung zeigten. Von nun an trieb die Zelle nur noch zackige Ausläufer an ihren kolbigen Endigungen, die sich aber bald mit solider Pigmentmasse füllten und im Zusammenhange blieben.

An den ganz mit schwarzer Pigmentmasse gefüllten Fortsätzen alter sternförmiger Zellen wurde sehr häufig ein Lostrennen eines festen Pigmentklumpens beobachtet, ja selbst ein Abschnüren von einem Drittel der ganzen Zelle wahrgenommen, aber die meisten dieser Trennungen waren nur scheinbare, indem die ausserordentliche Contractilität der Pigmentzellen hier eine Täuschung verursachte. Die in Fig. 9 abgebildete Zelle stammt aus der Schwimmhaut des Hinterfusses einer Froschlarve. Während ich längere Zeit ihre abenteuerliche Gestalt betrachtete, bemerkte ich, dass in der Mitte des Astes, welcher den Theil c mit dem Körper der Zelle verband, eine hellere Stelle auftrat, während gleichzeitig die Seitencontouren zusammenrückten. Diese Einschnürung nahm so zu, dass man nur noch einen dünnen schwarzen Strang als Verbindungsglied zwischen c und der Zelle bemerken konnte. Die Zelle selbst sowie der Theil c contrahirten sich dabei auffallend, die meisten Fortsätze, welche vorher schwarze solide Stränge gewesen waren, wurden so weit eingezogen, dass man nur noch Andeutungen von ihrem frühern Dasein in zarten Linien fand, die von der Zelle ausgingen (Fig. 10). Während diese Schrumpfung immer mehr zunahm, verschwand unter meinen Augen der Verbindungsstrang zwischen c und der Zelle (Fig. 11); er war zarter und zarter geworden, bis es nicht mehr möglich war ihn zu erkennen, und ich den Theil c für vollständig von der Zelle getrennt glaubte. Die Fig. 12 gibt endlich eine Ansicht der-

selben Zelle, nachdem sich das Pigment noch mehr zusammengeballt hat und die Zelle wie c nur noch einen starren Pigmentklumpen ohne einen jener zierlichen Ausläufer zeigt.

Dieser auffallende Vorgang hatte meine Aufmerksamkeit so in Anspruch genommen, dass ich die Umgebung der Zelle nicht weiter beachtet hatte. Als ich diese jetzt in das Auge fasste, fand ich, dass alle gesternten Zellen ringsherum mehr oder weniger ihre zierliche Form eingebüsst hatten und Pigmentklumpen geworden waren. Zugleich bemerkte ich, dass alle kleinen Blutgefässe im Gesichtsfelde erweitert und hochroth gefärbt waren durch eine Anhäufung ruhender Blutkörperchen. Hier konnte also ein zufälliger Prozess vorliegen, indem derselbe Reiz, der in den Blutgefässen die Stagnation bewirkte, eine Contraction in den Pigmentzellen hervorgerufen hatte. Vorsichtig wurde, ohne das Object zu verrücken, das Deckplättchen entfernt, dann der Fuss einige Minuten frei auf dem Glase liegen lassen und reichlich mit Wasser beträufelt. Als ich hiernach die Beobachtung wieder aufnahm, bemerkte ich, dass die Stagnation verschwand, die gebannten Blutkörperchen allmälig wieder flott wurden und die Circulation sich herstellte.

Nachdem der Blutlauf einige Zeit hindurch ungestört stattgefunden hatte, fing auch die Zelle wieder an Veränderungen zu zeigen. Das auf einen kleinen Raum zusammengeballte Pigment erstreckte sich weiter in peripherischer Richtung, zarte schwarze Ausläufer, die allmälig an Stärke zunahmen, gingen von den stumpfen kolbigen Enden aus, einen eben solchen schickte c, und der Punkt der Zelle, von welcher früher der Verbindungsast ausgegangen war: beide wuchsen sich entgegen, bis sie sich berührten. Der so wiederhergestellte Communicationsweg des Pigments von c und der Zelle wurde breiter und stärker, bis er seine alte Ausdehnung erreicht hatte. So machte also die Zelle in umgekehrtem Sinne den Weg von Fig. 12 zu Fig. 9 in allen Stadien wieder durch, die ich sie vorher von Fig. 9 zu Fig. 12 hatte durchlaufen sehen. Je nachdem sie ihre alte Gestalt von Fig. 9 wieder erreicht hatte, wuchs sie in der nächsten Stunde

in der Abtheilung c weiter, indem die Sprossen derselben stärker wurden und selbst kleine secundäre Fortsätze erbielten (Fig. 13. c).

Diese Beobachtung zeigte deutlich, dass das Abschnüren von c nur ein scheinbares war. Die Wandungen des Verbindungsastes mussten so nah an einander getreten sein, indem alles in ihm enthaltene Pigment theils nach c, theils nach der Hauptmasse zurückgerückt war, dass seine zarten Contouren selbst mit Hülfe eines ausgezeichneten Schieck schen Mikroskops nicht mehr in dem umgebenden Gewebe unterschieden werden konnten. Wenn aber der Zusammenhang der Wandungen von der alten Zelle nach c hin bei der Contraction der Pigmentmasse unterbrochen gewesen wäre, so wäre ein so vollständiges Wiederherstellen der alten Form bei der Expansion und Verschmelzen neuer Ansläufer nicht leicht zu denken. Ob die übrigen radienartigen Sprossen bei der Contraction von der Zelle vollständig eingezogen wurden, oder nur dadurch sich nnsichtbar machten, dass ihre zarten Wandungen dicht an einander gedrängt wurden, ist schwer zu entscheiden. Nach der Analogie des Verbindungsastes zwischen der Zelle nnd c ist mir das Letztere das Wahrscheinliche, besonders da vor ihrem Verschwinden noch die linienartigen Andeutungen fortbestanden.

Mehrere andere Versnche, in denen ich absichtlich den beobachteten Theil durch langen Druck des Deckplättchens reizte, hatten dasselbe Resultat; wenn auch nicht immer eine scheinbare Loslösung erfolgte, so schrumpften die Pigmentzellen doch wenigstens immer zusammen, und dehnten sich nachher wieder zu ihrer alten Form aus. Ich lernte hierdurch, dass alle Formveränderungen an diesen Gebilden mit grosser Vorsicht zu betrachten seien, indem durch ihre enorme Contractionskraft Formen entstehen konnten, die mit der ursprünglichen wenig Aehnlichkeit hatten. So war ich genöthigt eine Anzahl von Beobachtungen zu cassiren, in denen Zellen scheinbar sich eingeschnürt und Stücke ihrer Substanz losgetrennt hatten, während in Wirklichkeit nur eine Trennung in der Verbindung der Pigmentmasse, nicht aber in den

Wandungen der Zelle stattgefunden hatte. Ich erfuhr selbst, dass da, wo das losgetrennte Stück nachträglich Formveränderungen eingegangen hatte, doch noch der Zusammenhang mit dem Mutterboden wieder nachgewiesen werden konnte. Der lange gestielte Fortsatz a in Fig. 14, welche den obersten Theil einer Pigmentzelle aus dem Schwanze einer Froschlarve darstellt, schnürte sich, nachdem der Stiel eine andere Krümmung angenommen hatte (Fig. 15), an der Verbindungsstelle mit der Zelle ab (Fig. 16). Ungefähr eine halbe Stunde, nachdem die scheinbare Trennung vor sich gegangen war, hatte sich die Gestalt des losgelösten Stückes dahin verändert, dass das frühere kugelförmige Ende zackig geworden war, während die Spitze des abgeschnürten Stiels eine rundliche Auftreibung erhalten hatte. Schon glaubte ich eine weitere Entwickelung eines getrennten Zellentheils vor mir zu haben, als ich bemerkte, dass einige Zeit später die scheinbar unterbrochene Communication mit der Zelle sich wiederherstellte und der Fortsatz wieder seine alte kugelförmige Gestalt annahm. Jenes Zackigwerden beruhte daher nur auf einer andern Anordnung der Pigmentmasse, die vielleicht ebenfalls durch Contraction der umschliessenden Membran bewirkt wurde.

Es fragte sich nun, ob jene erste Beobachtung, die an einer losgelösten Membran gemacht wurde, nicht ebenfalls eine Täuschung sei und die Abschnürungen der Kugeln nur scheinbar gewesen wären. Der Vorgang des Losschnürens sprach nicht hierfür; denn während die Zelle fortwährend unter denselben Einflüssen sich befand, d. h. umspült von Wasser und kaum comprimirt durch ein dünnes Plättchen, contrahirte sich der Stiel, welcher die Kugeln losgelöst hatte, und buchtete sich ebenfalls wieder von Neuem aus. Dazu ist zu bemerken, dass während dieses Prozesses die übrigen Fortsätze der Zelle sich durchaus nicht veränderten; also nicht die ganze Zelle sich abwechselnd in Expansion und Contraction befand. Ausserdem machte ich jene andere oben mitgetheilte Beobachtung vom Tritonenschwanz, in welchem eine Zelle zweimal hellere Theile losschnürte, zu einer Zeit,

wo die Contractionsphänomene der Pigmentzellen mir schon bekannt waren; ich gab daher genau Acht, ob jene losgeschnürten Kugeln nicht wieder in Verbindung mit der Zelle treten würden, konnte aber nie eine Communication wahrnehmen. Die abgetrennten Theile blieben auch dann noch isolirt, als die von Anfang mehr rundliche Pigmentzelle nach anderen Richtungen hin Fortsätze zu entwickeln anfing. Ich bin daher geneigt zu glauben, dass in jenen beiden Fällen wirkliche Theile von Zellen losgetrennt wurden; was aus diesen Körpern weiter wird, ob sie sich fortentwickeln, darüber müssen spätere Beobachtungen uns belehren.

Die grosse Contractilität der Pigmentzellen liess mich auch daran denken, ob nicht ebenso auch an anderen Zellen eine Contraction der Zellenwand auf einen angebrachten Reiz nachzuweisen sei. Als das bequemste Mittel, diesen Reiz anszuüben, erschien der elektrische Strom. Es wurden auf beiden Seiten eines Objectträgers Platindräthe befestigt, welche mit ihrem freien Ende über den Tisch des Mikroskops hinansragten und hier mit den Polen eines Elements in Verbindung gebracht werden konnten, ohne dass der Objectträger verrückt zu werden brauchte. Auf dem Objectträger wurde als Leiter für den elektrischen Strom, der ja auf einzelne Zellen einwirken sollte, eine mässig verdünnte Eiweisslösung ausgebreitet, welche die Platindräthe umspüllte. Das Element war nur eben so stark, dass leichte Gerinnungen der eiweisshaltigen Flüssigkeit an den Spitzen der Platindräthe vorkamen, in der Mitte des Objectträgers jedoch die Flüssigkeit unverändert blieb. So konnten Blutkörperchen der Amphibien, die grossen Epithelzellen von Harnblasen und anderen Orten nach einander der Beobachtung unterworfen werden. Es zeigte sich jedoch niemals eine Veränderung der Gestalt der Zellen weder beim Oeffnen noch beim Schliessen, noch wenn längere Zeit hinter einander der Strom durch die Flüssigkeit geleitet wurde. Selbst Zellen mit körnigem Inhalt, wie die in einer Fettmetamorphose begriffenen, zeigten nicht die geringste Veränderung, so dass

die Wandungen dieser Zellen auf elektrischen Reiz sich nicht zusammenzuziehen scheinen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Pigmentzelle aus der abgelösten Haut einer Froschlarve. Der Ausläufer a trägt auf einem Stiele eine pigmenthaltige Kugel.

Fig. 2. Die Kugel hat sich gelöst, der Stiel zieht sich nach a zurück.

Fig. 3. Der Stiel hat von Neuem eine Pigmentkugel erzeugt.

Fig. 4. Auch diese Kugel b ist vollständig abgeschnürt, der Stiel nach a ganz zurückgezogen.

Fig. 5. Ein neuer zweizackiger Ausläufer wird vorgeschoben.

Fig. 6. Derselbe hat sich gestielt und auf seinem Ende eine Kugel entwickelt.

Fig. 7. Pigmentzelle aus dem Schwanze eines jungen Tritonen, an der Seite wird ein pigmentirter Fortsatz getrieben, der zuerst bis b, dann bis c reicht.

Fig. 8. Der Fortsatz hat sich abgeschnürt und ein neuer kugelförmiger tritt aus der Seite der Zelle.

Fig. 9. Pigmentzelle aus dem Hinterfuss einer Froschlarve, c eine Sprosse derselben.

Fig. 10. Die Zelle contrahirt, so dass zwischen ihrem Körper und c nur ein dünner Verbindungsstrang sich befindet.

Fig. 11. Weitere Contractionen der Zelle, c scheinbar getrennt.

Fig. 12. Dieselbe Zelle noch stärker contrahirt.

Fig. 13. Der Fortsatz c nach wiederhergestellter Communication mit dem Körper der Zelle.

Fig. 14. Oberster Theil einer Pigmentzelle aus dem Schwanze einer Froschlarve; a Fortsatz derselben.

Fig. 15. Der Stiel des Fortsates hat eine andere Krümmung angenommen.

Fig. 16. Der Stiel hat sich scheinbar abgeschnürt.

Fig. 17. Fortsatz und Stiel haben ihre Gestalt verändert.

Ueber die Anheftung der Muskelfasern an die Sehnen.

Von

Dr. Adolf Fick, Prosector in Zürich.

(Hierzu Taf. XVII. B.)

Bisher standen sich zwei Ansichten von dem Zusammenhang zwischen Muskel und Sehne gegenüber. Die Einen wollten diese oder jene Ansicht als allgemeingültig durchführen. Andere meinten, dass beide richtig seien, und behaupteten, dass in demselben Thiere hier die eine, dort die andere Art des Zusammenhanges stattfinde. Insbesondere meint Kölliker (im ersten Bande seiner Gewebelehre), bei den Muskeln, wo die Muskelbündel unter schiefen Winkeln an Sehnen und Aponeurosen stossen, seien die blind endigenden Muskelfasern seitlich angeklebt an die Sehnenmasse. Im Gegensatze hierzu findet er bei anderen Muskeln, wo die Richtung der Sehnenfaserung sich schon dem blossen Auge als annähernd dieselbe darstellt, wie die der Muskelfaserung, einen directen Uebergang der Muskelelemente in die der Sehne.

Ich muss gestehen, es ist mir von vorn herein immer sehr unwahrscheinlich vorgekommen, dass in einem Verhältnisse von solcher mechanischer Wichtigkeit eine Verschiedenheit von Muskel zu Muskel sollte vorkommen können. Alle Muskelfasern sind bestimmt, in genau derselben Weise vermittelst der mit ihnen verknüpften Sehnenelemente an beweglichen Theilen zu ziehen. Sollten sie darum nicht auch in genau derselben Weise damit verknüpft sein müssen? Ohnehin kann ich mit dem blossen Auge keinen so grossen Unterschied finden in der Art und Weise der Ansetzung

grösserer Muskelpartien an entsprechende Sehnenmassen. Die Sehne ist immer viel dünner als der zugehörige Muskel, nnd es ist mir nach dem Augenmaasse keineswegs ausser allem Zweifel, dass die Achillessehne gegen die Wadenmuskeln einen kleineren Querschnitt besässe, als die Sehne eines Intercostalmuskelbündels gegen dieses selbst. Ich sehe mich daher auch keineswegs von vorn herein aufgefordert, hier jeder Muskelfaser ein entsprechendes Element der Sehne zuzutheilen, nnd dort zu verlangen, dass an ein longitudinales Sehnenelement nach einander mehrere Muskelelemente angeheftet seien. In der Bemerkung Köllikers (Gewebelehre Bd. I. pg. 222), dass das in Rede stehende anatomische Verhältniss „im Ganzen noch wenig untersucht“ sei, fand ich daher eine Ermunterung, noch einmal dasselbe einer eigenen genauen Prüfung zu unterwerfen.

In der That findet sich, soviel mir bekannt ist, nirgend eine eigens dem Uebergang der Muskel in die Sehnenfaser gewidmete Untersuchung. Die darüber bekannten Thatsachen sind theils andere Punkte zum Gegenstande habenden Abhandlungen zufällig eingestreut, theils in den Lehrbüchern der Gewebelehre in den von der Muskel und Sehnenfaser handelnden Abschnitten. Die vorgetragenen Ansichten, die im Allgemeinen bereits angedeutet wurden, sind näher folgende. Unter denen, welche eine blinde Endigung der Muskelfasern annehmen, sind noch getheilte Meinnngen über die Art und Weise, wie diese blinden Endigungen an die Sehnenmasse befestigt sind. Nach Gerber und Günther setzen sich Sehnenfasern an die ganze conische Endfläche der Muskelfaser an. Nach Valentin (Art. Gewebe in Wagners Handb. d. Physiologie) wird die Muskelfaser von den Sehnenfasern nur im Umkreise umfasst. Dieser Ansicht schliesst sich im Ganzen auch Bruns an, indem er sie nur dahin modifizirt, dass nicht immer der ganze Umkreis des Muskelfaserendes von Sehnenfasern umfasst wird, sondern dass sie zuweilen nur an irgend einer Stelle vorwiegend angeknüpft sind und dass sie endlich auch hier und da in Bindegewebsfaden übergehen, die zwischen die Muskelfibrillen eingestreut

sind. Reichert hat beim Flusskrebs einen directen Uebergang der strukturlosen Sehnenmasse in das Sarkolemma gesehen. Im directen Gegensatze hierzu lässt Bowman das Sarkolemma mit der Muskelfaser zugleich endigen und an beide Sehnenfasern angesetzt sein.

Ich habe den Uebergang der Muskelfasern in die Sehne – um gleich das Resultat meiner Untersuchung anzudenten – an allen Muskeln, die ich prüfte, in ähnlicher Art gefunden, wie ihn Kölliker nur denjenigen Muskeln zuschreibt, bei welchen Muskel und Sehnenfasern nahezu dieselbe Richtnng einhalten. Ich glaube mich daher dazu berechtigt, diese Art des Ansatzes als die ganz allgemeine bezeichnen zu dürfen. Die seitliche Verklebung des Muskelfaserendes mit Sehnenelementen habe ich bei genauer Zergliederung niemals finden können. Im Gegentheil fand sich allemal, wenn eine erste Präparation den Anschein einer solchen seitlichen Ansetzung zeigte, bei genauerer Trennung der Elemente, dass jedem Muskelelemente bestimmte Sehnenfasern zugeordnet waren, an die keine anderen Muskelfasern angeklebt sind. Beim gastrocnemius des Frosches, wo die Muskelfasern besonders schief gegen die Sehne hinlaufen, kann man sich von diesem Umstande schon ohne das Mikroskop leicht überzeugen. Man trockene nämlich einen Froschwadenmuskel und reisse hernach einzelne Bündel desselben ans einander, man wird dabei bemerken, dass man die aponeurotisch sich ausbreitende Sehnenmasse in eben so viele Schichten zerreisst, an jedem Muskelbündel bleibt eine solche hängen, die bis ans Ende der Sehne hinläuft. Zu den obersten Muskelbündeln gehören in dieser Weise die oberflächlichsten und zugleich längsten Sehnenfasern. Die weiter unten gelegenen Muskelbündel sind an tiefer gelegene und kürzere Sehnenfasern angesetzt. Ein vollständiger Beweis liegt allerdings hierin noch nicht, aber die hier verfochtene Ansicht gewinnt dadurch doch schon eine grosse Wahrscheinlichkeit. Auch am frischen gastrocnemius des Frosches und anderer Thiere kann mau mit jedem Muskelbündel ein bestimmtes Sehnenbüudel herausreissen, nur gelingt es meist nicht, es bis zum Ansatze der Sehne seiner ganzen Länge nach zu isoliren,

weil in der Regel der seitliche Zusammenhang desselben mit seinen parallelen Nachbarn stärker ist als seine eigene, dem Zerreissen entgegenwirkende absolute Festigkeit.

Nach diesen vorläufigen Betrachtungen komme ich auf die Discussion der mikroskopischen Beobachtungen, die ich über den in Rede stehenden Gegenstand angestellt habe. Zuvor noch die Bemerkung, dass im Allgemeinen an frischen ohne alle Reagentien behandelten Muskeln der Uebergang in die Sehne am besten zu beobachten ist. Es sind meine meisten und besten Bilder von solchen genommen. Einige habe ich auch von Muskeln genommen, die kurze Zeit in Alkohol gelegen hatten; an diesen ist namentlich die Präparation sehr bequem.

Ich habe nun vorzugsweise vom m. gastrocnemius meine Präparate genommen, weil gerade von diesem Muskel behauptet wird, dass er wegen des auffallend schrägen Ansatzes der Muskelfasern an die Sehne die seitliche Anklebung derselben am deutlichsten zeige. Fig. 1 – 3 sind Fasern aus dem gastrocnemius des Frosches in der oben beschriebenen Weise präparirt, d. h. es wurde eine möglichst kleine Anzahl von Muskelfasern mit der Pinzette gefasst und mittelst derselben das daran hängende Sehnentheilchen herausgerissen, hernach mit Nadeln die einzelnen Fasern noch möglichst isolirt. Fig. 1, vom frischen Muskel genommen, zeigt wohl schon hinlänglich, dass jedem Muskelelemente bestimmte Sehnenfäden zugeordnet sind (an diesem Objecte war die Querstreifung verwischt). Fig. 2 (genommen von einem Muskel, der 24 Stunden in Alkohol gelegen hatte) zeigt weiter zweierlei, dass einmal das einer Muskelfaser zugeordnete Sehnenbündel in ihr Sarkolemma schlauchartig übergeht, dass aber innerhalb dieses Schlauches noch Sehnenfäden mit den Fibrillen des Muskels im Zusammenhang stehen. Dass diese letzteren Sehnenfäden sich zwischen die Fibrillen fortsetzen, mag höchst wahrscheinlich sein, ich sehe aber nicht die Möglichkeit, dafür mit dem Mikroskope einen Beweis zu führen. Bei Fig. 2, a war das Mikroskop auf die Mitte der Faser eingestellt, es traten alsdann die mehr gelockten inneren Fasern hervor. Fig. 2, b ist die-

selbe Faser, gesehen bei Einstellung auf die obere Fläche, und man sieht nunmehr eine Längsstreifung des Muskels, die offenbar im Sarkolemma ihren Sitz hat und deren Linien ganz deutlich in die Zeichnungen des Sehnenschlauches zu verfolgen sind. Die Querstreifung ist bei dieser Einstellung des Mikroskopes meist mehr verwischt. – Ein äusserst instructives Bild spielte mir ein glücklicher Zufall in die Hände. Es ist in Fig. 3 dargestellt und scheint mir keinen Zweifel mehr über die hier vorgetragene Ansicht zu lassen. Die Muskelfaser (vom gastrocnemius eines eben getödteten Frosches genommen) füllte, als ich anfing zu beobachten, ihren Sarkolemmaschlauch vollständig aus und bot ein ganz ähnliches Bild wie Fig. 2 dar. Während der Beobachtung zog sie sich plötzlich zurück und liess den sackartigen Raum a leer, dessen Wand man nun deutlich in das der Faser zugehörige Sehnenbündel übergehen sieht. Man sieht aber in diesem Bilde zu gleicher Zeit die innerhalb des Schlauches verlaufenden Sehnenfäden, welche sich mit der eigentlichen Muskelsubstanz verbinden. An anderen Muskeln des Frosches (z. B. am geraden Bauchmuskel), wo der Ansatz der Sehne weit weniger schräg ist, fanden sich alle Verhältnisse genau ebenso, es ist daher wohl nicht nöthig, Zeichnungen von solchen beizufügen.

Ich gehe über zu den Säugethieren. Ein sehr empfehlenswerthes Object zur Untersuchung der in Rede stehenden Verhältnisse liefert der gastrocnemius der Maus. Ihm sind die Fig. 4 und 5 entnommen durch Präparation an dem eben getödteten Thiere. Man sieht, dass das Princip der Anheftung genau dasselbe ist wie beim Frosche. Der Contour der Muskelfaser geht auch hier ganz stetig in den Rand des zugehörigen Sehnenbündels über. Das Sarkolemma stellt also – soweit sich hier mit Gewissheit etwas entscheiden lässt – die Fortsetzung des Sehnengewebes dar. An die Primitivfibrillen setzen sich aber ebenfalls wieder innere Sehnenfäden fest. Die Fig. 4 habe ich besonders deshalb aus vielen mir vorliegenden Bildern ausgewählt, weil es eine offenbare Analogie zu Fig. 65 in Köllikers Gewebelehre (Bd. I. pg. 224) darstellt. Man sieht sich fast zu der Behauptung aufgefordert, dass sich der

Uebergang der Sehnensubstanz in das Sarkolemma hier an den einzelnen Elementen der Muskelfaser (den Fibrillen) wiederholt, dass kleinere Sehnenbündel sich schlauchartig gegen den Muskel hin öffnen, um die Fibrillen aufzunehmen. – Fig. 5 stellt ein weniger ins Einzelne zertheiltes Präparat dar. Es ist besonders darum von Interesse, weil man sieht, wie sich die Sehne von b nach a hin allmälig verjüngt, indem sie an die in dieser Richtung abgehenden Muskelfasern immer mehr Elemente verliert, was nicht der Fall sein würde, wenn an dasselbe Sehnenelement hinter einander mehrere Muskelfasern angeklebt wären. Zugleich ergibt sich aus der ganzen Zeichnung, wie der Anschein einer solchen seitlichen Anklebung entsteht. Die Vergleichung dieser Bilder mit denen vom Frosche stellt als Unterschied heraus, dass beim letztern die einzelnen Fibrillen mehr regelmässig in einer Ebene oder wenigstens einer krummen Fläche endigen, um in die Sehne überzugehen, während bei der Maus die einzelnen Fibrillen oft spitz gegen die Sehne vorspringen und in sehr verschiedener Höhe endigen. Doch ist dies Verhalten keineswegs ganz constant. Ich habe einzelne Bilder von der Maus gesehen, wo ebenfalls die Muskelfaser wie abgeschnitten erschien und wo eine ebene Fläche den Sehnenfäden zum Ansatz diente. Umgekehrt nähert sich der Anblick, den der Froschmuskel gewährt, wenn er in Alkohol gelegen hat, dem des Säugethiermuskels. Es kommt mir sogar denkbar vor, dass das unregelmässige Vortreten einzelner Primitivfibrillen gegen den Sehnenansatz mehr oder weniger Artefact ist, was bei den Säugethiermuskeln wegen der schwierigen Präparation öfter zum Vorschein kommen muss.

Vom gastrocnemius des Kaninchens, den ich ebenfalls mehrmals untersuchte, gebe ich keine Bilder, um nicht deren Zahl zu sehr zu vervielfachen. Im Ganzen sind die Verhältnisse den bei der Maus gefundenen vollkommen analog, noch ähnlicher aber die gleich zu erwähnenden des Menschen.

Um endlich noch die vollkommene Gleichartigkeit des Sehnenüberganges in den Muskel beim Menschen ausser Zweifel zu setzen, gebe ich noch in Fig. 6 eine Faser des menschlichen gastrocnemius. Bekanntlich gilt dieser Muskel als Paradigma

der einen Art des Uebergangs – der seitlichen Anklebung. – Man sieht, dass dieses Bild auffallende Aehnlichkeit mit der von Kölliker als Beispiel der andern Art des Uebergangs abgebildeten Faser des intercostalis internus hat; in der That könnte Fig. 7 auch gerade so gut für eine Abbildung von einer Faser dieses letzterwähnten Muskels gelten, wie sie mir mehrfach vorliegen. Wollte ich eine solche noch beifügen, so würde es eine blosse Wiederholung sein. Ich habe zwischen beiden in keinem Falle einen wesentlichen Unterschied finden können. Das Verhalten des Muskelendes beim Menschen schliesst sich offenbar dem bei der Maus gefundenen aufs Genaueste an. Was noch insbesondere den gastrocnemius des Menschen besehen betrifft, so kann man schon mit blossem Auge sehen, wenn man seine Bündel bis zum Ansatz an die Achillessehne präparirt, dass jedes Bündel in ein seine Längsrichtung fortsetzendes kleines Sehnenbündel übergeht, welches sich dann freilich ohne langen isolirten Verlauf alsbald in der ganzen Sehnenmasse verliert.

Ich glaube – um das Resultat noch einmal präcis hinzustellen – durch die mitgetheilte Untersuchung die folgenden Sätze begründet zu haben;

1) Die Art und Weise des Muskelansatzes an die Sehne ist für alle Muskeln desselben Thieres sowie auch im Allgemeinen für verschiedene Thiere ein und dieselbe.

2) Jeder Muskelfaser entspricht ein bestimmtes Sehnenfaserbündel.

3) Das Sehnenfaserbündel ist regelmässig von weit geringerem Querschnitt als die zu ihm gehörige Muskelfaser, daher erklärt sich, dass der Querschnitt des Muskels den der Sehne übertrifft, sowie der schräge Ansatz.

4) Das schlauchartig fortgesetzte Sehnenbündel nimmt als Sarkolemma seine Muskelfaser auf.

5) Ausser dem Sarkolemmaschlauch sind noch innere Fäden des Sehnenbündels mit der zugehörigen Muskelfaser verknüpft, die sich wahrscheinlich zum Theil zwischen die Fibrillen der Muskelfaser hineinerstrecken.

Nachdem der vorstehende Aufsatz bereits geschrieben war, wnrde ich auf eine Stelle in der Abhandlnng Leydigs über den feinern Bau der Arthropoden [1]) aufmerksam, wo ebenfalls von dem Uebergang der Sehne in den Muskel die Rede ist. Er beschreibt ebenfalls den Uebergang der Sehne in den Sarkolemmaschlanch als eine bei den Arthropoden mit voller Bestimmtheit gesehene Tatsache. Seine Tafel XV. Fig. 14 gegebene Darstellung dieses Verhältnisses stimmt so auffallend mit mehreren meiner vom Froschmuskel (gastrocnemius) gezeichneten Bildern, dass ich mich aufgefordert sehe, noch eines derselben nachträglich (unter Fig. 7) zur Vergleichung hinzuzufügen. Es wäre damit die Gleichheit des Muskelüberganges in die Sehne mit grosser Wahrscheinlichkeit sogar über die Wirbelthiergruppe hinaus ausgedehnt. Vielleicht zeichnet sich diese blos durch die innerhalb des schlanchartig erweiterten Sehnenbündels gelegenen Fäden ans. Leydig thut wenigstens derseben keine Erwähnung.

1) Archiv 1855. pg. 396.

Kritische und experimentelle Beiträge zur Hämodynamik.

Von

F. C. Donders.

Die deutsche Uebersetzung der durch mich und Dr. Bauduin verfassten Physiologie, welche Prof. Theile, meinem Wunsche zuwider und ohne die Beendigung des Werkes abzuwarten, besorgte, machte trotz der kurzen Zeit, die seit dem Erscheinen der holländischen Ausgabe verlaufen war, eine Umarbeitung der meisten Capitel nothwendig. Dabei ward das Gebiet der Hämodynamik alsbald wiederum von mir betreten und die Gelegenheit benutzt, einige Ungenauigkeiten, die theilweise aus Volkmanns Werk in das meinige übergegangen waren, zu verbessern.

Wenn ich in dieser Arbeit Männer bestreiten werde, die auch auf diesem Gebiete über mein Lob erhaben sind, — wenn ich sogar einige fundamentale Irrthümer zu beleuchten haben werde, so geschieht dies, ohne dass die hohe Achtung vor ihren grossen und vielseitigen Verdiensten dadurch geschmälert wird, und mit dem offenen Geständnisse, dass ich damit angefangen habe, sehr viel aus Volkmanns Hämodynamik zu lernen und überzunehmen, um seine Arbeit erst später mit einem mehr kritischen Auge zu betrachten.

1. Der Druck des Blutes in verschiedenen Arterien bei demselben Thiere.

Die Frage über den Unterschied im Blutdrucke der Stämme und der mehr entfernten Aeste bei demselben Thiere ist in

sehr verschiedenem Sinne beantwortet worden. Poiseuille [1]) ging von der Voraussetzung aus, dass dieser Druck nach der Peripherie hin allmälig abnehme. Seine Versuche brachten ihn aber zu der Annahme, dass der Druck bis in die kleinsten Aeste unverändert derselbe bleibe. Hiervon versucht er sich nun Rechenschaft zu geben. Es wird aber Niemand wundern, dass dies nur ungenügend geschehen konnte, wenn die Kritik seiner Versuche uns lehrt, dass er dies Resultat in Wirklichkeit gar nicht erhalten hatte. Er berechnete nämlich das Mittel aus der gleichzeitigen Bestimmung von höchstem und niedrigstem Stande in zwei verschiedenen Arterien, entsprechend der Ex- und Inspiration, bei verschiedenen Versuchen erhalten. Schon Spengler [2]) hat uns gezeigt, dass die Hälfte von der Summe des höchsten und niedrigsten Standes nicht das Mittel abgibt, so dass schon deswegen das durch Poiseuille erhaltene Resultat, selbst wenn der Druck im ganzen arteriellen Systeme derselbe bliebe, immerhin ein zufälliges genannt werden muss [3]).

---

1) Journal de physiologie experimentale par F. Magendie. 1828. T. VIII. pg. 272.

2) Müllers Archiv 1844 pg. 55.

3) Spengler hat nach unserm Dafürhalten eine sehr richtige Kritik von Poiseuilles Untersuchungen geliefert. Der Kritik von Volkmann (d. Hämodynamik nach Versuchen. pg. 165. Leipzig 1850) würde ich dagegen nicht gern beistimmen, wenn er mit diesen Worten schliesst: „Nach dem Mitgetheilten gereicht es der Arbeit Poiseuilles zur schlechten Empfehlung, dass er in Hunderten von Beobachtungen den Blutdruck in verschiedenen Arterien bis zu dem Werthe von 1/100 Millimeter Quecksilber gleich fand! Diese Uebereinstimmung ist nahezu 1000 Mal grösser, als sie nach der Natur der Beobachtungen vorausgesetzt werden kann, und der geringste Vorwurf, welchen wir dem französischen Physiker machen müssen, ist, dass er nach einem ihm plausibeln Princips seine Beobachtungen corrigirte. Solche Beobachtungen beweisen nun freilich gar nichts." Diese Vorstellung ist nicht ganz richtig. Denn Poiseuille hat nur ganze, oft auch nur fünf oder zehn Grade abgelesen, wobei es immerhin Zufall heissen darf, wenn die Summe einer ganzen Zahl von Wahrnehmungen in zwei verschiedenen Arterien, dieselbe Zahl gibt, in welchem Falle dann absolut dasselbe Mittel berechnet ward. Ich glaube viel eher an grossen Zufall als an Un-

Die Versuche Spenglers [1]) wurden unter der Leitung von Ludwig ausgeführt, dessen Talent als Experimentator hierbei schon deutlich hervortrat. Volkmann [2]) findet sie viel gefährlicher für seine Theorie, dass der Blutdruck nach der Peripherie allmälig abnähme, als die Versuche von Poiseuille. Mir aber kommt es vor, dass diese Versuche nicht sehr gefahrdrohend sind. Spengler hat nur das Maximum und Minimum des Druckes, so genau als dies ohne Kymographium möglich war, bestimmt. Volkmann [3]) bemerkt ganz richtig, dass man sich hüten müsse, die halbe Summe dieser beiden für den gemittelten Druck zu halten, – etwas, was Spengler auch sorgfältig vermieden hat. Spengler lässt die Frage nach dem gemittelten Drucke in den verschiedenen Gefässen unentschieden und beschränkt sich auf den Schluss: „Die Stromkraft in den Arterien von stärkerem Caliber ist während der Exspiration eine bedeutendere als in kleineren, und umgekehrt in den Arterienstämmen ist während der Inspiration die Stromkraft eine schwächere als in den Zweigen." Ich habe dazu nur eine Bemerkung zu machen, dass nämlich nicht die Stromkraft, sondern der Blutdruck durch Spengler bestimmt wurde, so dass man statt Stromkraft Blutdruck lesen muss, was nicht ganz gleichgültig ist, wie ich unten näher zeigen werde.

Wir finden aber bei Spengler zwei Versuche an Pferden, die für die Frage Bedeutung haben würden, wenn es möglich gewesen wäre, ganz genau abzulesen. Die Versuche wurden indessen zu einem ganz andern Zwecke angestellt. Um nämlich zu untersuchen, ob das strömende Blut an einem bestimmten Punkte nach allen Richtungen denselben Druck ausübt, und mithin auf die Wand mit gleicher Kraft als auf den Blut-

ehrlichkeit von einem Manne, dem wir classische Untersuchungen über die Bewegung von Flüssigkeiten durch Haarröhren verdanken, eine Arbeit, die Volkmann nicht genug gekannt hat, wie aus seiner unrichtigen Mittheilung der Resultate hervorgeht.

1) Müllers Archiv 1844 pg. 49.

2) Hämodynamik pg. 165.

3) Ebend. pg. 70.

strom wirkt, wurden beide art. carotides mit einem Manometer in Verbindung gebracht; anf der einen Seite aber erlaubte das Ansatzstück von Ludwig ungehinderte Strömung, auf der andern Seite wurde nach Poiseuille der Strom abgeschnitten.

Es frägt sich nun, was durch die beiden Manometer bestimmt wurde. Es ist klar, dass bei der seitlichen Verbindung nach Ludwigs Methode der Seitendruck an der Stelle selbst gemessen wurde, wo das Ansatzstück angebracht war; da nun der Druck in jeder Richtung wohl gleich gross sein wird, als in der seitlichen, so ward einfach der Blutdruck in der art. carotis gemessen. Was man misst, wenn das Rohr durch den eingeführten Manometer verstopft wird, hat Volkmann [1]) ausführlich untersucht. Er gelangt zu dem Resultate, dass nicht allein die Summe von Druckhöhe D und Geschwindigkeitshöhe F, die die treibende Kraft T vorstellt, $D + F = T$, sondern dass sogar ein noch höherer Werth gefunden wird, der wohl um 14 Millimeter Quecksilber mehr betragen könnte. Dem kann ich nicht beistimmen. Denn es wird keine Geschwindigkeitshöhe gemessen, selbst wenn eine einzelne Arterie verstopft wird, und überdies ist mir die Erhöhung über $D + F$ etwas Räthselhaftes. Richtiger scheint Volkmann die Frage in §. 74. aufgefasst zu haben, wo er angibt, dass ein in die art. renalis eingebrachter Manometer den Druck in der Aorta misst. Dasselbe findet seine Anwendung auf alle Arterien. Die Arterie, worin der Blutstrom gehemmt wird, verhält sich als elastische Röhre von dem Manometer selbst, und man wird also immer, wenn man das Manometer geradezu in die Arterie bringt, den Druck an der Stelle, wo die Arterie vom Hauptstamme abgeht, bestimmen. Das Einzige, was man hierbei nicht ausser Acht lassen muss, ist, dass der Blutdruck im Allgemeinen wegen Verengerung der Blutbahn eine geringe Modification erlitten haben kann. Man sieht hieraus, dass das Problem viel weniger complicirt ist, als Volkmann es dargestellt hat.

---

1) Hämodynamik pg. 133 u. f.

Wenden wir das Erwähnte auf die Versuche von Spengler an, so sehen wir, dass er gleichzeitig den Druck in der art. aorta oder innominata und in der art. carotis bei demselben Thiere gemessen hat. Mit welchem Resultate? Zufällig genug erhielt er in beiden Versuchen dieselben Zahlen für die Maxima und Minima, und schliesst daraus, dass der Drnck, den der Blutstrom an irgend einer Stelle ausübt, in jeder Richtung gleich stark wirkt. Wir glauben überdies noch daraus deduciren zu mögen, dass der Blutdruck, der in der art. aorta und carotis durchaus gleich gefunden ward, in diesen Arterien so geringe Unterschiede darbietet, dass sie der gewöhnlichen Wahrnehmungsmethode nicht zugänglich sind.

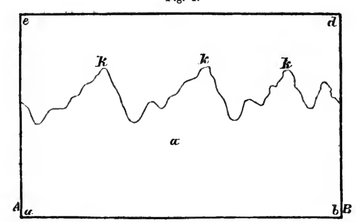
Ein schlagender Beweis gegen die theoretische Vorstellung von Volkmann findet sich nicht in den Versuchen von Spengler.

Was Volkmanns eigene Versuche zu diesem Behufe betrifft, so erwähnen wir zuerst eine Anzahl, in welcher das Mittel anf eine Weise berechnet wnrde, die von Spengler nnd Volkmann selbst mit Recht für verwerflich gehalten wird. Das hierbei erhaltene Resultat ist aber in der Regel dem durch Spengler erhaltenen entgegengesetzt, nnd wir dürfen sie daher mit gleichem Rechte vernachlässigen, als wir die Versnche von Spengler hier nicht näher berücksichtigt haben.

In einer andern Reihe von Versuchen hat Volkmann das Mittel nach einer bessern Methode bestimmt. Er nahm einen feinen Papierbogen von gleicher Dicke, worauf dnrch das Kynographion die Abscisse ab (Fig. 1) als Nullpnnkt des Drnckes und die gebogene Linie k. k. k., die anfolgenden Druckverhältnisse angebend, geschrieben wurden. Er zieht darauf eine zweite, der Abscisse ab parallele Linie und schneidet das Rechteck abcd aus. Dieses wiegt er nnd zerschneidet es dann genan der krummen Linie entlang in zwei Stücke, die er wiedernm wiegt. Nun verhält sich, wie man leicht einsieht, das Gewicht des ganzen Stückes zu dem Gewichte des zwi-



Fig. 1.



schen der Abscisse und der krummen Linie gelegenen Stückes, wie die Linie a c zum mittleren Drucke.

Diese Methode, die den Meteorologen schon früher bekannt war, lehrt uns wirklich den mittleren Druck kennen, den das Kymographion aufzeichnet, wenn gleiche Stücke Papier gleiches Gewicht haben. In wiefern das Kymographion den wirklichen Druck aufschreibt, hängt von zu vielen Umständen ab, um es hier zu erörtern. Wir wollen voraussetzen, dass der Druck genau genug aufgeschrieben wird, um die Resultate für brauchbar halten zu können.

Volkmann hat nach dieser Methode gefunden, dass der Druck in der art. car. centr. bei dem Hunde, Schafe, Pferde und der Ziege grösser ist als in der car. peripherica. Nach Spenglers Beispiel ward die art. car. durchgeschnitten und in die beiden Schnittstücke der art. ein Manometer gebracht. In der pars centralis wird dann, wie wir oben erörtert haben, der Druck in der art. aorta oder innominata bestimmt; in der pars peripherica dagegen bestimmt man ungefähr den Druck des Blutes an der Stelle, wo die betreffende art. carotis mit dem circ. Willisii in Verband steht. Wir sagen ungefähr, weil die Verbindungszweige zwischen den beiden art. car. ext. auch ihren Einfluss geltend machen werden, weswegen es gewiss besser gewesen wäre, die car. ext. zu unterbinden und dann

erst die beiden Manometer in die beiden Enden der durchgeschnittenen car. zu bringen.

Diese Versuche von Volkmann scheinen hinreichend zu beweisen, dass der Blutdruck in dem circ. Will. kleiner ist, als in der art. aorta.

Weiter finden wir einen nach dieser Methode ausgeführten Versuch aufgezeichnet, wobei der Druck in der carot. centr. 19,5 Mm. grösser gefunden ward, als in der art. metatarsi; aber umgekehrt geben die meisten Versuche, wie Volkmann selbst erwähnt, für das Blut in der art. cruralis einen höheren Druck als für das in der art. carotis. Er findet es selbst nicht annehmbar, dass dabei Zufälligkeiten im Spiele gewesen seien.

Eine genaue Analyse der Resultate, durch die Versuche geliefert, lehrt uns mithin, dass es experimentell keineswegs ausgemacht ist, welche Beziehung zwischen dem Drucke des Blutes in den grossen und kleinen Gefässstämmen besteht. Verlangt die Theorie nun wirklich, dass der Druck nach der Peripherie hin abnehmen müsse? Volkmann meint, dass sie dies wirklich verlange. Wir müssen jetzt untersuchen, in wiefern diese Annahme richtig ist.

Wir fangen damit an, zu erinnern, dass Volkmann selbst für die art. crural. durchgehends einen höhern Druck fand, als für die art. carotis. Er versucht dafür eine Erklärung zu finden, während er sich auf das beruft, was er positive und negative Staunng genannt hat. „In dem Abschnitte", sagt er, „über die Bewegung der Flüssigkeiten durch verzweigte Röhrensysteme ist bereits nachgewiesen worden, dass die Abnahme des Seitendruckes von der Einflussmündung gegen die Ausflussmündnng durch die Verhältnisse der Stauung Modificationen erleidet. Es gibt eine positive und eine negative Stauung, von denen erstere den Seitendruck über das normale Maass erhebt, letztere unter das normale Maass herabdrückt. In einem Röhrensysteme, welches sowohl positive als negative Staunng zulässt, muss also der Fall vorkommen können, dass ein Punkt, welcher der Einflussmündung näher liegt, einen ziemlich bedeutend geringern Druck aufweist, als ein zweiter

Punkt, welcher mehr abwärts, d. h. der Ausflussmündnng näher gelegen ist. Wie weit derartige Abnormitäten im Gange der Drnckcurve gehen können, ist vor der Hand nicht ausgemittelt, aber jedenfalls muss die stetige Abnahme des Blutdrucks im ganzen Verlaufe der Arterien, Haargefässe und Venen als Regel gelten" [1]).

Diese bestimmte Aussage von Volkmann beruht auf einer Vorstellung, von der er sich, wie es scheint, nicht frei machen konnte, dass nämlich das Manometer ein Widerstandsmesser sei [2]). Es ist aber deutlich, dass es nur den Druck misst. Nur wenn der Widerstand an einer gewissen Stelle dem Drucke gleich ist, wird mit dem Drncke der Widerstand gemessen. Von dieser Voraussetzung ist Volkmann bei seinem auf pg. 162 gelieferten Beweise ausgegangen, nnd die Sache wäre dann höchst einfach. An jeder Stelle bleibt Widerstand zu überwinden; die Summe des übrig bleibenden Widerstandes vermindert sich daher, je weiter das Blnt auf seiner Bahn vorgeschritten ist; ist der Druck nnn dem übrig gebliebenen Widerstande gleich, dann muss er auch nach der Peripherie hin immer mehr abnehmen.

Wir müssen nnn zuerst nntersuchen, ob der dnrch das Hämatodynamometer gefundene Druck den noch zn überwindenden Widerstand repräsentirt.

Volkmann [3]) hat an einer andern Stelle die Behauptung

---

1) Hämodynamik pg 175.

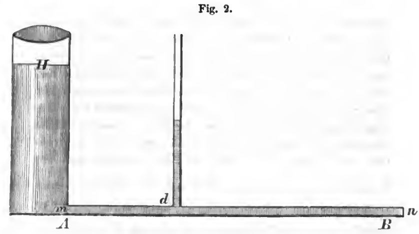
2) Ebend. pg. 159.

3) Volkmann hat in §. 20 seines Werkes versucht den Beweis zn liefern, dass der Druck, auch in Röhren von überall gleichem Lumen, nicht dem Widerstande gleich ist, wenn der Widerstand gering ist in Beziehnng zur Druckhöhe in dem Druckgefässe. Nur bei sehr grossem Widerstande, wie in dem Gefässsysteme, wäre der Widerstand dem Drucke gleich. Diese Behauptung von Volkmann hat seinen Ursprung dem zu danken, dass er den besondern Widerstand im Anfange der Röhre, den ich in einem folgenden Stücke ausführlicher behandeln werde, vernachlässigt hat. In Röhren, deren Lumen überall gleich ist, ist der Druck gleich dem Widerstande. Da Volkmann diesen Unterschied zwischen Druck nnd Widerstand noch einmal auf pg. 159 bespricht, wo er den Hämatodynamometer als Wider-

aufgestellt: dass Bewegung Druck erzeugt. Dies ist nicht nur kein Gesetz, sondern auch wirklich unrichtig. Druck kann Bewegung veranlassen, und Bewegung Widerstand entstehen lassen. Darum sind Druck, Bewegung, Widerstand gleichzeitig vorhanden; es ist aber die Sache umkehren, wenn man sagt, dass Bewegung Druck verursache.

In einer Röhre, die überall gleiche Weite hat, worin die Stromgeschwindigkeit also überall dieselbe ist, ist der Druck an einer gewissen Stelle, z. B. bei d (Fig. 2) in dem Druck-

Fig. 2.



messer wahrgenommen, wirklich gleich dem Widerstande, den die Flüssigkeit bei ihrer Bewegung von d bis n überwindet; aber dennoch ist es nicht ganz richtig, wenn man den Druck von der Bewegung herleitet, oder wenn man sagt, dass der Druck die Folge des Widerstandes ist. Denn sowohl der Druck als die Bewegung hängen von der Höhe des Wassers H in dem Druckgefässe ab, und die Bewegung ruft den Widerstand hervor.

standsmesser betrachtet, und zu beweisen strebt, dass es bei dem Kreislaufe nicht in Betracht gezogen werden darf, so halte ich es für nothwendig, um etwaige Verwirrung zu vermeiden, hier zu erklären, dass ich dies ganz und gar nicht vertheidigen, sondern auf eine ganz andere Ursache für diesen Unterschied, die Volkmann entgangen ist, aufmerksam machen will.

Sobald die Höhe ungleiche Weite hat und die Stromgeschwindigkeit nicht überall dieselbe ist, ist auch der Druck nicht mehr gleich dem zu überwindenden Widerstande; und man sieht schon klar ein, dass dies bei dem Kreislaufe stattfindet. –

Wir wollen dies einigermaassen näher erklären. Wenn Flüssigkeit durch eine Röhre AB strömt und die Röhre dabei ganz und gar füllt, dann haben wir die Geschwindigkeit, womit, v, und den Druck, worunter, D, der Strom geschieht, zu unterscheiden. Die Stromgeschwindigkeit wird bestimmt durch das Lumen l der Röhre und das in einer bestimmten Zeit durchfliessende Flüssigkeitsquantum Q; nämlich $v = Q : l$. Der Druck wird angewiesen durch die Höhe, welche die Flüssigkeit in einer Röhre erreicht, welche als Druckmesser vertical auf der Röhre angebracht ist, wodurch die Flüssigkeit strömt. Man kann aus der Stromgeschwindigkeit v die Geschwindigkeitshöhe F berechnen, das ist, von welcher Höhe ein Körper im luftleeren Raume fallen muss, um die gegebene Geschwindigkeit zu erhalten. Dies geschieht nach der Formel $F = \frac{v^2}{4g}$, wobei g den Fallraum eines Körpers in einer Secunde bedeutet. An jeder Stelle der Röhre nun ist die Triebkraft T, welche die Flüssigkeit da fortbewegt, der Summe der

Fig. 3.

gefundenen Druckhöhe und Geschwindigkeitshöhe gleich, T $= D + F$. Diese Triebkraft wird bei hydraulischen Versuchen am leichtesten durch ein Druckgefäss erhalten, wobei die Höhe der Wassersäule im Druckgefässe die Druckhöhe bestimmt. Die Kraft ist die vom Wasser, welches von der Höhe H fällt (Fig. 3). Bei dem Einströmen aus dem Druckgefässe in die Röhre bei m und bei der Bewegung der Flüssigkeit durch die Röhre AB vermindert sich die anfängliche Kraft H fortwährend in Folge des Widerstandes, der durch die zu überwindende Cohäsion der mit verschiedener Geschwindigkeit bewegten concentrischen Schichten der Flüssigkeitssäule entsteht. Diese Abnahme fällt sogleich auf, wenn man untersucht, wie hoch das bei n ausströmende Wasser steigen kann. Es stellt sich dann heraus, dass die Höhe, von der das Wasser gefallen ist, H, viel grösser ist als die Höhe, welche das Wasser jetzt noch erreichen kann, wenn man es aufspringen lässt, F. Dies F ist die Geschwindigkeitshöhe und alle Kraft, die als Bewegkraft von H noch übrig geblieben ist. $H - F$ ist als Widerstand W verbraucht, daher $H - F = W$, das ist = der Summe aller Widerstände oder $H = W + F$.

Wenn Flüssigkeit durch eine Röhre strömt, die überall gleiche Weite hat, dann ist der Widerstand in der Röhre selbst in geradem Verhältnisse zur Länge der Röhre. Dies geht hervor aus dem Stande der Flüssigkeit in den 3 Druckmessern D_1 D_2 D_3, welche durch eine gerade Linie vereinigt werden können, die auch das Ende der Röhre, wo $D = 0$ ist, schneidet.

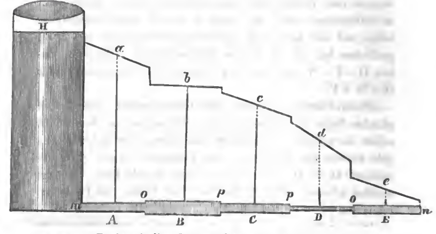
In einer Röhre von gleichem Lumen ist weiterhin v, mithin auch F überall gleich. Wir müssen also überall F zu der gefundenen Druckhöhe fügen, um die Triebkraft in jedem Theile der Röhre zu finden. Die Ordinaten auf der Linie FF′ zeigen also die Triebkraft auf jedem Punkte der Röhre AB an. Da wo die Röhre nun am Druckgefässe anfängt, ist die Triebkraft $AF' = T$ kleiner als H. Dies wird bedingt durch das Einströmen bei m, wodurch schon Arbeitskraft verloren gegangen ist.

Nun ist es klar, dass in allen Druckmessern der gleich weiten Röhre der Druck gleich ist dem Widerstande, der bis zur Ausflussöffnung n zu überwinden übrig blieb. Denn am Ende der Röhre ist die Stromgeschwindigkeit unverändert geblieben, und der Druck besteht nicht mehr, ist gleich Null geworden. Wo ist diese Kraft geblieben? Sie kann nur durch die Widerstände verbraucht sein, und der Widerstand, der übrig blieb, ist vollkommen gleich mit dem Drucke.

Wir wollen jetzt den Fall untersuchen, dass die Röhre, wodurch die Flüssigkeit strömt, ungleiche Weite hat. Es ist dann zuerst die Stromgeschwindigkeit in umgekehrtem Verhältnisse zum Durchschnitte und mithin in cylindrischen Röhren in umgekehrtem Verhältnisse zum Durchmesser.

Es sei ABCDE (Fig. 4) eine Röhre, die in B das zwei

Fig. 4.



fache, in D das halbe Lumen hat von A, C und E, dann wird die Stromgeschwindigkeit v in B zweimal kleiner, in D zweimal grösser sein als in den übrigen Abtheilungen der Röhre. Es sei die Stromgeschwindigkeit an der Ausflussöffnung n gleich wie in AC und E = v, dann wird sie in B = $\frac{1}{2}$v, in D = 2v sein.

Die Triebkraft T kann in dergleichen Röhren nicht gleichmässig abnehmen. Diese ist nämlich = H − w, wobei w den

bereits überwnndenen Widerstand bedeutet. Nun ist der Widerstand in engeren Röhren grösser, T wird also in B am langsamsten, in D am schnellsten abnehmen. Aber überdies kommt bei jeder plötzlichen Veränderung im Lumen der Röhre ein Widerstand vor, der grösser zu sein scheint da, wo die Röhre sich erweitert (oo), als da, wo sie sich verengert (pp). Durch jeden dieser Widerstände geht Triebkraft verloren. Die Linie abcde stellt mithin die Triebkraft in der Röhre vor, wobei wir bemerken, dass die Linie bei jeder Formveränderung der Röhre fast plötzlich einen niedrigeren Stand annimmt, dass ace parallel sind, b eine geringere, d eine stärkere Neige abwärts zeigt.

Wenn wir auf dieser Linie abcde überall die Geschwindigkeitshöhen von der Triebkraft abziehen, dann erhalten wir den Druck an jeder Stelle $T - F = D$. Nun ist in ACE, nach dem, was oben erörtert ist, $F = \frac{v^2}{4g}$, in B dagegen $F = \frac{(\frac{1}{2}v)^2}{4g}$, in D endlich $F = \frac{(2v)^2}{4g}$, so dass in B viermal weniger, in F viermal mehr von der Triebkraft abgezogen werden mnss, um den Drnck zu finden. Die punktirten Theile der Linien, die von abcde ausgehen, geben an, nm wieviel der Druck an jeder Stelle geringer als die Triebkraft ist, so dass der übrige Theil der Linien geradezu die Druckhöhen in der Röhre angiebt.

Hieraus sieht man leicht, dass in A, C und E der Druck gleich ist dem Widerstande, der noch übrig bleibt, während die Geschwindigkeitshöhe gleich ist der bei n vorhandenen; dass in B der Druck viel grösser, in D dagegen viel kleiner wird, als der übrig gebliebene Widerstand.

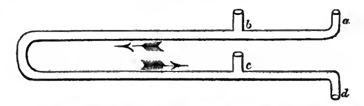
Volkmann[1]) hat noch ein Experiment ausgeführt, um zu beweisen, dass der Blntdrnck in den Arterien nach der Peripherie hin abnimmt. Wir müssen diesen Versnch an dieser Stelle folgen lassen und wählen dazu seine eigenen Worte:

---

1) Hämodynamik pg. 172.

„Eine gebogene, 3 Millimeter weite Glasröhre von beistehender Form (Fig. 5) wird mit ihren beiden Enden a und d

Fig. 5.



in die durchschnittenen Enden eines Blutgefässes angebracht und eingebunden. An zwei Punkten dieser Röhre, bei b und c, sind Druckmesser angebracht, entweder einfache Glasröhren von verticaler Stellung, wenn man an Venen operirt, oder Wellenzeichner nach der von Ludwig angegebenen Construction, wenn man Versuche mit Arterien macht. Gesetzt nun das Blut fliesst in der Richtung von a, b, c, d durch die Röhre, so ist der Druck in b, d, h, in einem dem Herzen näher gelegenen Punkte, grösser als in c. Ist die Distanz der Druckmesser eine beträchtliche, z.B. 900 Mm., wie in meinem Instrumente, so ist die Seitendruckdifferenz nicht selten sehr ansehnlich.

Dieselbe betrug:

	Quecksilberdruck.	Blutdruck.
bei einem Kalbe	16,3 Mm.	= 220 Mm.
„ „ Hunde	10,5 „	= 140,7 „
„ „ „	9,6 „	= 129,6 „ “

Gleichartige Versuche für die vena jugularis gaben eine geringere Druckdifferenz in den beiden Manometern.

Dies Resultat konnte man voraussagen, aber es beweist nicht, was Volkmann daraus ableitet. Denn diese Röhre ist überall von gleicher Weite; die Stromgeschwindigkeit bleibt also in der ganzen Röhre dieselbe, daher muss durch den Widerstand in der Röhre, welcher natürlich die Triebkraft vermindert, der Druck abnehmen.

Es ist aber die Frage, ob dies geschieht, wenn, wie dies im Arteriensysteme der Fall ist, zu gleicher Zeit das Strom-

gebiet sich erweitert und dadurch die Stromgeschwindigkeit abnimmt. Inzwischen ist dieser Versuch nicht nur sehr sinnreich, sondern auch höchst merkwürdig, weil er uns zeigt, dass die Triebkraft des Blutes in Gefässen von 3 Millimeter Durchmesser sehr langsam abnimmt, so dass der Widerstand zum grössten Theile in den kleinsten Gefässen anzutreffen ist [1]).

Wir sind jetzt zu dem folgenden Schlusse angelangt. Die Triebkraft, welche das Blut fortbewegt, $T = D + F$, nimmt von dem Herzen an fortwährend ab durch den Widerstand, und ist mithin in den Aesten geringer als in den Stämmen, wovon diese abgehen. Da aber die Summe der lumina der Aeste grösser ist als das Lumen des Stammes, so nimmt auch die Stromgeschwindigkeit und damit die Geschwindigkeitshöhe F ab. Nun ist es aber klar, dass wenn F um ebenso viel abnimmt als T, D unverändert bleibt, dass D sogar kleiner wird, wenn T mehr abnimmt als F, und dass D grösser werden muss, wenn F mehr abnimmt als T.

Ich muss jedoch gestehen, dass dieser letzte Fall nicht leicht vorkommen wird. F ist nämlich ausserordentlich klein in Beziehung zu T. Wenn wir die Stromgeschwindigkeit in der Aorta = 400 Mm. in der Secunde annehmen, dann erhalten wir nach der Formel $F = \frac{v^2}{4g}$ $F = \frac{400^2}{4900 \times 4} = \frac{160000}{19600} = 8{,}2$ Mm. Blut, so dass die Geschwindigkeitshöhe nicht einmal 1 Mm. Quecksilber beträgt. Wenn F auf die Hälfte reducirt wird dadurch, dass die Blutbahn verdoppelt wird, dann wird noch kein $\frac{1}{2}$ Mm. Quecksilber gewonnen, was nicht leicht geschehen wird, ohne dass durch den Widerstand, der inzwischen überwunden werden musste, mehr als $\frac{1}{2}$ Mm. Quecksilberdruck von der Triebkraft verloren gegangen ist. Ueber-

1) Ob das Blut durch gläserne Röhren oder durch Arterien fliesst — der Widerstand ist derselbe. Nur die Specificität und Temperatur der Flüssigkeit kommen hierbei in Betracht, da die unmittelbar an die Wand grenzende Schichte in Ruhe ist und der Widerstand nur durch die Cohäsion der mit verschiedener Schnelligkeit bewegten concentrischen Schichten bedingt wird.

dies erweitert sich die Blutbahn nicht bedeutend ohne Verästelung, wobei nicht allein ein eigener Widerstand zu erwarten ist, sondern auch die Geschwindigkeitshöhe geht noch unvermindert in den Ast über, denn je kleiner der Cosinus des Winkels, unter dem der Ast vom Stamm abgeht, um so mehr nimmt die Geschwindigkeitshöhe ab. Entspringt der Ast unter einem grössern Winkel als 90°, dann wird die Geschwindigkeitshöhe im Stamme negativ für den Ast.

Es ist höchst wahrscheinlich die Abnahme der Triebkraft nach der Peripherie hin immer grösser, als die Abnahme der Geschwindigkeitshöhe, und mithin auch der Blutdruck in den Arterien nach der Peripherie immer im Abnehmen begriffen. In jedem Falle kann der meistens in der art. crur. gefundene höhere Druck nicht aus einer Abnahme der Geschwindigkeitshöhe erklärt werden, um so mehr, da, wenigstens nach Messungen am Cadaver, die Blutbahn bei der Theilung der aorta eher enger als weiter wird.

Es wird daher die Frage rege, ob bei den betreffenden Versuchen genug darauf geachtet wurde, dass a. aorta und crur. in derselben horizontalen Ebene lagen. Es bedarf wohl keines ausführlichen Beweises, dass der Druck des Blutes in niedriger gelegenen Arterien mit der Höhe der Blutsäule zunehmen muss, und dass dem zufolge beim Menschen im aufgerichteten Stande der Druck in den Arterien der unteren Extremitäten leicht grösser sein kann, als der in der aorta. Man hat aber hierauf für die Arterien so selten aufmerksam gemacht, dass ich mir die Frage wohl erlauben dürfte, ob man die nöthige Lage der zu vergleichenden Arterien wohl in Acht genommen hatte.

Abgsehen von diesem Drucke der höher gelegenen Blutsäule sind wir zu dem Resultate gekommen, dass Volkmann, wohl ist es wahr, einen Factor vernachlässigt hat, dass aber dennoch die Abnahme des Blutdruckes nach der Peripherie hin, wie er sie annahm, stattfinden muss.

Und dennoch habe ich es für wichtig genug gehalten, den Einfluss der Geschwindigkeitshöhe auseinanderzusetzen. Durch Vernachlässigung oder unrichtige Schätzung dieses

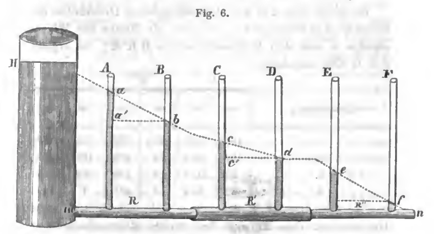
Factors verwickelt sich Volkmann nicht allein in seiner Hämodynamik, sondern auch in seiner Polemik mit E. H. Weber fortwährend in Schwierigkeiten, die den Leser verwirrt machen und unangenehm berühren, und die ihn zu der sonderbaren Vorstellung einer negativen Stannng verleitet haben, welcher er auch, wie wir oben gesehen, für den Kreislauf Geltung verschaffen will.

Die negative Stanung, welche da vorkommen sollte, wo eine Röhre weiter wird, setzt nichts weniger als eine Zunahme von Kraft voraus. Dies kommt uns aber absurd vor und verdient eine Widerlegung, da so etwas keine weitere Verbreitung finden darf, wozu Volkmanns Autorität wohl Vorschub leisten könnte.

Um die Sache deutlich vorzustellen, sehe ich mich genöthigt, Volkmanns eigene Entwickelung der Sache hier aufzunehmen.

„Die horizontale Röhre", sagt er pg. 46, „durch welche das Wasser eines stets voll erhaltenen Behälters, H, abfloss (Fig. 6), bestand aus drei Abschnitten R R′ R″, von gleicher

Fig. 6.



Länge, 0,5 Meter, aber ungleicher Weite. Es betragen nämlich die Durchmesser in R 7,03, in R′ 9,78, in R″ 6,93 Millimeter. Auf jedem Abschnitte waren zwei Druckmesser in der Weise angebracht, dass die Distanz derselben in allen

Abschnitten denselben Werth von 300 Millimeter hatte. Nun steht das Wasser in jedem ersten Druckmesser eines Röhrenabschnittes höher als in dessen zweitem; z. B. in A um a a' höher als in B; in C um c c' höher als in D, und diese Seitendrucksdifferenzen entsprechen dem Widerstande, welcher in dem betreffenden Röhrenabschnitt auf einem Längenraum von 300 Mm. (gleich der Distanz der beiden Druckmesser unter einander) stattfindet.

Ein Experiment gab folgende Resultate:

	Seitendruckwerthe in den Druckmessern nach Millimetern.						Stromschnelle v in den Röhrenabschnitten nach Millimetern.		
Beobachtung.	A	B	C	D	E	F	R	R'	R''
1.	621	457	445	410	239	64	1540	793	1589
2.	468	345	333	307	177	49	1318	679	1360
3.	348	256	246	227	131	37	1115	574	1150
4.	240	178	170	157	91	?	914	471	949

Berechnet man aus den eben angegebenen Druckhöhen die Seitendrucksdifferenzen a a', c c', e e', als Werthe des Widerstandes in den drei Röhrenabschnitten R R' R'', so ergiebt sich in dem Abschnitte:

	R		R'		R''	
Beobachtung.	w	v	w	v	w	v
1.	164	1540	35	793	175	1589
2.	123	1318	26	679	128	1360
3.	92	1115	19	574	94	1150
4.	62	914	13	471	?	949

Der Druckmesser B des ersten Röhrenabschnittes steht 100 Mm. vor dem Anfange des zweiten Röhrenabschnittes; zwischen A und B beträgt die Seitendruckdifferenz für eine Röhrenstrecke von 300 Mm. Länge in der ersten Beobachtung 164 Mm., folglich sollte die Seitendruckdifferenz für eine Strecke von 100 Mm. 54,3 Mm. betragen (vergl. §. 6). Nun

war der Seitendruck in B = 457 Mm., er sollte demnach am Ende des ersten Röhrenabschnittes = 457 – 54,3 = 402,7 Mm. sein. Eben so gross muss natürlich der Druck im Anfange des zweiten Röhrenabschnittes erwartet werden.

Im zweiten Abschnitte R' war die Seitendruckdifferenz auf eine Strecke von 300 Mm. = 35,4, folglich muss sie für eine Strecke von 100 Mm. betragen: 11,66 Mm. Der Druckmesser von C steht aber 100 Mm. unter dem Anfangspunkte von R', folglich verlangt die Theorie für den Anfangspunkt von R' einen Seitendruck von 445 + 11,66 = 456,66 Mm. Es werden also für denselben Punkt, nämlich Endpunkt der ersten und Anfangspunkt der zweiten Röhre, einmal 402,7 und dann wieder 456,66 Mm. Druck verlangt.

Dieser Widerspruch im Resultate der Rechnung beweist nichts, als dass in Röhren von ungleichem Kaliber, nahe an der Stelle, wo der Durchmesser sich ändert, die Abnahme des Seitendruckes nicht der Länge des Röhrenabschnittes proportional ist.

„Im vorliegenden Falle,“ so sagt Volkmann weiter, „kann dieses Ergebniss befremdlich erscheinen, da zwischen den Durchmessern B und C eine Stauung nicht stattfindet, welche Veränderungen der normalen Druckverhältnisse bedingen könnte. Indess dürfte das, was hier vorgeht, der reine Gegensatz der Stauung sein, und eben deshalb auch den entgegengesetzten Effect haben müssen. Das Wasser fliesst aus einer engen Röhre in eine weite, erfährt also in Bezug aufs Fliessen nicht eine Hemmung, sondern eine Förderung, und wenn die Hemmung des Stroms eine locale Steigerung des Drucks veranlasst, so ist von der Förderung des Fliessens eine locale Verminderung des Drucks zu erwarten. Dem Versuche nach ist nun wirklich der Druck am Ende der ersten Röhre geringer, als am Anfange der zweiten, ein Verhältniss, auf welches wir öfters unter gleichen Bedingungen stossen werden, und welches mit dem Namen negative Stauung bezeichnet werden mag.“

Es geht hieraus hervor, dass Volkmann die Differenz der Stromgeschwindigkeit in den drei Abtheilungen R, R' und R'' der Röhre in die Berechnung nicht mit aufgenommen hat. Wir wollen nun diesen Factor mit aufnehmen und zusehen, welches Resultat wir dann erhalten.

Wenn H die ganze Druckhöhe im Druckgefässe,

w den Widerstand bis zur Stelle der Röhre, die man beobachtet,

v die Geschwindigkeit der Flüssigkeit an der Stelle,

D den Druck allda durch den Druckmesser bestimmt

vorstellt, dann erhält man nach der auseinandergesetzten Theorie

$$H - w = \frac{v^2}{4g} + D \text{ oder } = F + D.$$

Die beiden letzten Glieder der Gleichung geben die Triebkraft T an, welche noch an der Stelle in der Röhre vorhanden ist.

Aus den Werthen von v, in den beiden oben mitgetheilten Tabellen von Volkmann, wird zuerst $\frac{v^2}{4g} = F$ berechnet für die Stellen, wo die Druckmesser A, B u. s. w. angebracht sind. Wir erhalten dann

Werthe von $\frac{v^2}{4g} = F$

Beobachtung.	in R.	in R'.	in R''.
1.	121	32	129
2.	89	24	94
3.	63	17	67
4.	43	11	46

Wenn man diese zu den in der ersten Tabelle von Volkmann angegebenen Werthen von D fügt, so erhält man $\frac{v^2}{4g} + D$ oder $H - w$.

Werthe von H − w.

Beobachtung.	A	B	C	D	E	F
1.	742	578	477	442	368	193
2.	557	434	357	331	271	143
3.	411	319	263	244	198	104
4.	283	221	181	168	137	?

Wenn man die in derselben horizontalen Reihe neben einander stehenden Werthe von einander abzieht, so findet man den Widerstand zwischen A und B, B und C u. s. w.

Widerstand an den zwischen den Druckmessern gelegenen Stellen.

Beobachtung.	A − B	B − C	C − D	D − E	E − F
1.	164	101	35	74	175
2.	123	77	26	60	128
3.	92	56	19	46	94
4.	62	40	13	31	?

Die Differenzen A − B, C − D, und E − F, zwischen jedem Paare Druckmesser, die auf den Abtheilungen von gleicher Weite angebracht sind, geben den Widerstand in den 3 Abtheilungen R, R′, R″ für eine Länge von 30 Centimetern an.

Hieraus können wir berechnen, wie gross der Widerstand zwischen B and C and zwischen D und E sein müsste, wenn die Verengerung and Erweiterung bei dem Uebergang von R in R′ and von R′ in R″ darauf von keinem Einflusse wäre. Jeder Druckmesser B, C, D, E befindet sich nämlich auf einer Entfernung von 10 Centimetern von der nächsten Erweiterung oder Verengerung. Demnach würde z. B. der Widerstand zwischen B und C bei der ersten Beobachtung $= 163 : 3 + 35 : 3 = 66$ n. s. w. sein müssen. So findet man:

Widerstand zwischen B und C, D und E berechnet.

Beobachtung.	B – C	D – E
1.	66	70
2.	50	51
3.	37	38
4.	25	?

Diese berechneten Differenzen sind kleiner als die, welche durch Beobachtung erhalten wurden (siehe die vorhergehende Tabelle). Der Widerstand ist also sowohl durch die Erweiterung als durch die Verengerung vergrössert. Zieht man nun diesen berechneten Widerstand von dem durch die Beobachtung erhaltenen ab, so bekommt man den Widerstand der Erweiterung und Verengerung.

Beobachtung.	Widerstand der Erweiterung zwischen B und C.	Widerstand der Verengerung zwischen D und E.
1.	35	4
2.	27	9
3.	19	8
4.	15	?

Diese Unterschiede kommen auf Rechnung des besondern Widerstandes, der an jeder plötzlich verengerten oder erweiterten Stelle vorhanden sein muss [1]). Wir haben ihn in Fig. 4 durch ein fast plötzliches Sinken der Triebkraft graphisch angegeben nnd da schon erwähnt, was hier wiederum bestätigt wird, dass er grösser an der erweiterten als an der verengerten Stelle ist. Dies kann nicht auffallen, wenn man bedenkt, dass an der erweiterten Stelle Wirbel entstehen, die Kraftverlust bedingen.

Wenn wir nun mit Volkmann den Einfluss der Geschwindigkeit in den ungleich weiten Röhren ausser Rechnung las-

1) Vgl. Weisbach: Die experimentelle Hydraulik, Freiberg. 1855. 9tes Cap. pg. 131 n. f.

sen und den Unterschied des beobachteten Höhenstandes in den Druckmessern geradezu für den Widerstand in der Röhre zwischen den Druckmessern halten, so bekommen wir nach seiner ersten Tabelle:

Widerstand.

Beobachtung.	B – C	D – E
1.	12	171
2.	12	130
3.	10	96
4.	8	66

Die Differenz dieser Zahlen mit dem oben erwähnten berechneten Widerstande würde den Einfluss durch Verengerung und Erweiterung ausgeübt wiedergeben müssen.

Beobachtung	Widerstand der Erweiterung zwischen B und C.	Widerstand der Verengerung zwischen D nnd E.
1.	54	101
2.	38	79
3.	27	58
4.	17	?

Man ersieht hieraus sogleich, dass der Einfluss der Verengerung viel zu hoch ausfällt, und dass dagegen für die Erweiterung ein bedeutender negativer Einfluss gefunden wird. Dies bedeutet nichts Anderes, als dass die Triebkraft erhöht worden wäre, während ein bedeutender Widerstand vorhanden ist, wie aus den Wirbeln hervorgeht. Diese negative Stauung ist mithin absurd, und Volkmann ist allein dadurch zu dieser Annahme verleitet worden, dass er den Unterschied in der Geschwindigkeit des Stromes in den verschiedenen Theilen der Röhre ausser Acht gelassen hat.

Die Resultate einer Anzahl von Versuchen, die Volkmann ausgeführt hat, finden nach demselben Principe leicht ihre Erklärung. Mehr bestimmt findet dies seine Anwendung auf die meisten im III. Capitel „von der Bewegung der

Flüssigkeit durch ein System verzweigter Röhren" mitgetheilten Versuche, wobei der beobachtete Druck für Volkmann räthselhaft blieb, weil er nicht daran dachte, dass da, wo wegen Erweiterung des Systems die Stromgeschwindigkeit abnahm, die Triebkraft sich mehr als an anderen Stellen als Druck zu erkennen gab. Ich würde zu viel vom Leser verlangen, wenn ich alle diese Versuche analysiren und näher beleuchten würde. Es scheint mir auch überdies unnöthig. Denn es wird in Beziehung auf diese Versuche wohl schon vollkommen klar geworden sein, warum der Druck in einem symmetrischen Systeme von verästelten Röhren, das in der Mitte die weiteste Bahn für die Flüssigkeit hat (siehe Taf. IX. bei Volkmann), in der Mitte mehr als die Hälfte des anfänglichen Druckes beträgt, wiewohl da noch gerade soviel Widerstand übrig blieb, als bereits überwunden war [1]); — warum der Druck bei Vertheilung einer Röhre in eine engere und weitere, die sich nachher wieder vereinigen, in der engern Röhre, wo die Stromgeschwindigkeit geringer ist, höher ist als in der weitern; — warum der Druck in einer von neun Röhren, in welche eine Röhre sich auflöst und deren Gesammtinhalt viel grösser ist als der der ursprünglichen Röhre, und die sich wieder zu einer Röhre vereinigen, — warum, sage ich, der Druck in einer dieser neun Röhren, worin die Stromgeschwindigkeit natürlich viel vermindert war, sogar höher als in der primitiven Röhre steigen kann u. s. w. u. s. w. — Kurz, man braucht nur überall, wo Volkmann von negativer Stauung spricht, die Stromgeschwindigkeit mit in Rechnung zu bringen, um die Stauung verschwinden zu lassen.

II. Der Einfluss der Herzwirkung auf den Blutdruck.

Der hochgeschätzte E. H. Weber [2]) beschreibt eine höchst

1) Es ist sogar schon mehr Widerstand überwunden als noch übrig bleibt. Die Differenz ist in dem besondern Widerstande bei dem Einströmen der Flüssigkeit aus dem Druckgefässe in die Röhre gelegen.

2) Müllers Archiv 1851. pg. 524.

vernünftige Weise, um den Kreislauf vereinfacht vorzustellen, nämlich mit einer in sich selbst zurückkehrenden elastischen Röhre oder Darm, der mit artificiellen Klappen versehen ist. Die eine Hälfte stellt das arterielle System vor, und zwischen beiden liegt ein Stückchen Schwamm, wodurch mehr Widerstand geboten und der Einfluss des Haargefässsystems nachgeahmt wird.

Er schliesst seine Beschreibung mit den nachfolgenden Worten: „Man sieht an dem vereinfachten Modelle des Kreislaufs, dass das Pumpwerk (das Herz) den mittlern Druck, den die in dem Röhrencirkel laufende Flüssigkeit auf die Röhrenwände ausübt, nicht vermehren, sondern dass es denselben nur ungleich machen könne, indem es durch sein Pumpen den Druck in den Venen, aus welchen es Flüssigkeit hinwegnimmt, vermindert, in den Arterien aber, in welche es dieselbe Flüssigkeit hineindrängt, vermehrt. Diesen so kurz und klar ausgedrückten Gedanken", fügt er in einer Note hinzu, „hat mein Bruder Eduard schon vor vielen Jahren gegen mich ausgesprochen."

Weber entwickelt nun weiter, wie, nach dieser Theorie, der mittlere Druck durch die Beziehung zwischen Absorption und Excretion bestimmt wird, und hebt hervor, wie sehr es uns in Erstaunen setzen muss, dass der Druck des Blutes eine so bedeutende Höhe erreicht, weswegen er auch den Einfluss von uns noch unbekannten Kräften vermuthet. An Beispielen von solch' bedeutendem Drucke fehlt es nicht im Thier- und Pflanzenreiche (wir erinnern hier nur an den Weinstock und an Ludwigs Versuche über die Speichelsecretion); aber der hohe Blutdruck wird gewiss weniger befremdend gefunden werden, wenn er von der Wirkung des Herzens abgeleitet werden kann und muss, und mithin eine rein mechanische Erklärung ist.

Volkmann[1]) hat Webers Vorstellung schon für irrthümlich erklärt. Er behauptet, dass ausser dem vom Blutvolumen abhängigen Drucke, noch ein zweiter in Betracht

1) Müllers Archiv 1852. pg. 299.

kommt, der durch die Bewegung bedingt wird. Auch mit dieser Darstellung kann ich mich nicht befriedigt fühlen. Nach meinem Dafürhalten hat Weber vollkommen Recht, wenn er den Druck bei unveränderten Wänden an jeder Stelle vom Volumen des Blutes abhängig sein lässt. Die Bewegung an und für sich bringt keinen Druck zu Stande, und in jedem Falle kann Druck nur dann vorhanden sein, wenn das vergrösserte Blutvolumen ebenso kräftig auf die ausgedehnten Gefässwände drückt, als diese auf das Blut zurückwirken. Auch die Bemerkung Volkmanns, dass das Herz während der Systole weniger Blut enthalte und die Gefässe um so mehr beherbergen, halte ich für unwichtig. Denn wenn auch diese Quantität gross genug wäre, um einen überwiegenden Einfluss auszuüben, so wird doch hierdurch der Einfluss des Herzens auf den mittlern Druck des Blutes während der Diastole nicht allein nicht näher bewiesen, sondern sogar Webers Ansicht über den Einfluss des Blutvolumens in den Gefässen unterstützt. Weber[1]) hat dies selbst schon zu Recht bemerkt, und Volkmanns Ansicht wird nach meinem Dafürhalten nicht gestützt durch seine spätere[2]) Unterscheidung von absolutem und relativem Blutvolumen. Wenn Volkmann sich weiterhin auf den rasch erhöhten Blutdruck in den Arterien bei Durchschneidung des n. vagus und auf den rasch verminderten nach Einspritzung von inf. digitalis beruft, dann macht er Webers Theorie wohl unwahrscheinlich, greift sie aber nicht an der Wurzel an.

Volkmann wird es mir daher, hoffe ich, nicht übel deuten, wenn ich es nicht für überflüssig gehalten habe, seine Ansicht gegen Webers Theorie zu vertreten, und mich dazu anderer Waffen bediene, als er selbst gebraucht hat.

Weber ging bei seiner Theorie, wie wir gesehen haben, von einem vereinfachten Modelle für den Kreislauf aus, das aus einer elastischen Röhre oder einem Darme verfertigt war. Die ganze Bahn besteht dann aus einem Rohre von gleicher

---

1) Müllers Archiv 1853. pg. 160.
2) Ebend. 1854. pg. 131.

Weite, dessen Wände einen gleichen Elastizitätscoefficienten haben. Seine Theorie findet nun für einen solchen Fall wirklich ihre Anwendung, vorausgesetzt, dass die Zu- und Abnahme des Lumens in dem Rohre, innerhalb der Grenze, worin sie zu Stande kommen, geradezu dem erhöhten Drucke proportionirt ist. Einige Versuche, die ich später ausführlich mittheilen werde, über die Quantität Flüssigkeit, die aus einer und derselben bei verschiedener Spannung gefüllten Röhre ausfliesst, haben mich gelehrt, dass diese Bedingung wirklich nicht besteht. Denken wir uns also die Flüssigkeit in demselben Rohre ungleichmässig vertheilt und den Druck in den verschiedenen Theilen desselben ungleich, dann wird der Druck nicht in gleichem Maasse zugenommen haben an der stärker ausgedehnten Stelle, als er an der weniger ausgedehnten abgenommen hat. Der mittlere Druck wird mithin nicht derselbe geblieben sein.

Ueberdies sind zwei wichtige Momente zu erwähnen, die der Anwendung von Webers Theorie auf den Kreislauf im Wege stehen. Es ist nämlich das venöse System viel weiter als das arterielle, und der Elastizitätscoefficient der Venen ein ganz anderer als der der Arterien.

Angenommen, der Elastizitätscoefficient wäre derselbe für Venen und Arterien, so würde das grössere Lumen der Venen schon bewirken, dass der Druck in den Arterien mehr zunehmen als in den Venen abnehmen müsse, wenn eine gewisse Masse Blut dem venösen System entnommen und durch das Herz in das arterielle getrieben würde. Schon deswegen wird der mittlere Druck steigen bei Zunahme des Blutvolumens in den Arterien, und es bedarf wohl keiner Erwähnung, dass um so mehr Blut im arteriellen Systeme vorhanden sein muss, je kräftiger das Herz wirkt, während der Rest des Blutes im venösen Systeme sich befindet, das wegen seiner Geräumigkeit und leichten Ausdehnbarkeit als Reservoir für das Blut, das nicht durch das Herz in die Arterien getrieben wird, betrachtet werden kann.

Aber der Unterschied im Elasticitätscoefficienten kommt hierbei ganz besonders in Betracht. Man kann sich leicht

von dem Factum überzeugen, dass die Venen sich bei erhöhtem Drucke in einem ganz andern Verhältnisse ansdehnen, als die Arterien. Der Student Gunning hat hierüber nach meiner Anweisung Versuche angestellt, die nächstens veröffentlicht werden, ans welchen unter Anderem hervorgegangen ist, dass die Venen bei niedrigem Drucke viel stärker durch jede Erhöhnng des Druckes ausgedehnt werden, als die Arterien, deren Ausdehnung sogar bei einer Erhöhung von 100 – 180 Mm. Quecksilber höchst gering ist.

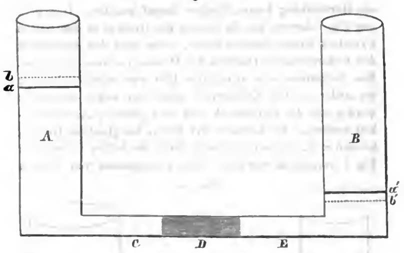
Uebrigens müssen wir erwähnen, dass eine grosse Anzahl Venen beim gewöhnlichen Blutdrucke eine platte anstatt einer cylinderförmigen Gestalt haben. In diesem Falle wirkt nicht einmal ihre Elasticität auf den Blutdruck, sondern blos die Spannung der umliegenden Theile, und die Vene kann noch sehr ausgedehnt werden, ehe ihre eigene Elasticität mit im Spiele ist.

Die starke Ausdehnung, welche die Venen unter gewöhnlichen Umständen schon bei geringer Erhöhung des Druckes erleiden, lehrt uns deutlich genug, besonders wenn man das grosse Lnmen des venösen Systemes nicht ans den Augen verliert, dass wenn der Blutdrnck für Arterien und Venen gleichmässig vertheilt wäre, wie es bei Abwesenheit aller Herzwirkung stattfinden müsste, der Blutdruck sehr abnehmen würde und weit nnter dem mittlern Drucke in Arterien, Haargefässen und Venen stehen müsse.

Weber[1]) hat den Einfluss der Wellen anf die Blutbewegung sehr schön aus einander gesetzt. Er lässt zwei Cylinder (Fig. 7 A u. B) durch eine elastische Röhre CDE, die bei D in unzählige feine Röhrchen aufgelöst ist, verbunden sein. Im Zustande der Ruhe steht das Wasser in beiden Cylindern gleich hoch. Nun nimmt er in gewissen Intervallen Wasser aus B und giesst es in A. Beim ursprünglichen Drucke in A kann dies Wasser nicht so schnell durch CDE nach B zurückkehren, als es in A gegossen wird, weswegen

1) Müllers Archiv 1853 pg. 166.

Fig. 7.

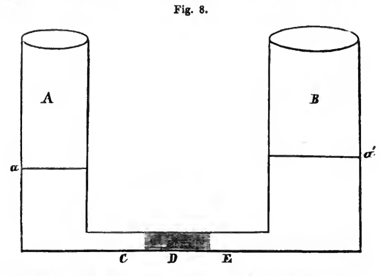


der Stand der Flüssigkeitssäule in A höher sein wird als in B. Endlich wird der Druck in A so sehr erhöht sein, dass gerade so viel nach B zurückfliesst, als in A zugegossen wurde. Dies geschieht z. B., wenn bei jedem neuen Schöpfen in B das Wasser bis zu b' fällt und in A bis zu b steigt, während es vor dieser Manipulation in B bei a' und in A bei a stand. Man sieht wohl leicht ein, dass A das arterielle System und das Uebergiessen die Herzwirkung vorstellen müsse. Das Blut, welches während der Diastole im Herzen vorhanden ist, entspricht dem Drucke zwischen a nnd b, der zeitweise während des Uebergiessens fehlt, und die Wellen hervorbringt, welche neben dem bleibend höhern Drucke in A die Bewegung des Blutes von A nach B zur Folge haben.

Dies Schema nun können wir benutzen, um deutlich nachzuweisen, dass der mittlere Blutdruck durch die Herzwirkung bedeutend zunimmt. Wäre es möglich, dass arterielles und venöses System durch zwei Cylinder vorgestellt würden, die gleiches Lumen hätten und um gleich viel, im Verhältnisse zum Druck, ausgedehnt würden, dann würde der Blut-

druck wirklich nur allein von dem Volumen abhängen und die Herzwirkung keinen Einfluss darauf ausüben. Dies geht aus Fig. 7 hervor, wo die Summe des Druckes in den beiden Cylindern immer dieselbe bleibt, wenn man den Augenblick des Uebergiessens (Diastole des Herzens) ausser Acht lässt. Das Verhältniss von arteriellem Blut zum venösen ist aber ein anderes. Der Cylinder B muss viel weiter vorgestellt werden als der Cylinder A und eine grössere Ausdehnbarkeit besitzen. Im Zustande der Ruhe, bei gleichem Drucke, können z. B. die zwei Systeme durch die beiden Cylinder in Fig. 8 vorgestellt werden. Beim Uebergiessen von B in A

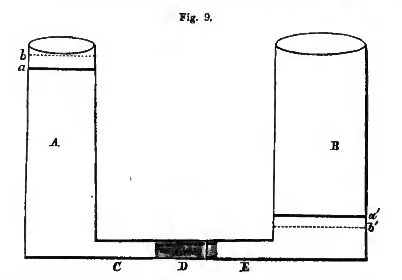
Fig. 8.



(Herzwirkung) wird nun viel mehr in A, viel weniger in B aufgenommen, B mithin verengt und A ausgedehnt, und nun wird Fig. 9 ungefähr die Druckverhältnisse in beiden Systemen vorstellen.

Man sieht, dass das Wasser in A viel mehr gestiegen (bis a), als in B gesunken ist (bis a'), und wiewohl die beiden Cylinder dieselbe Menge Flüssigkeit enthalten, ist der mittlere Druck viel grösser geworden. So nun wird auch der mittlere Druck zunehmen, sobald die Quantität Blut im

Fig. 9.



arteriellen Systeme vermehrt ist, was gerade durch die Herzwirkung geschieht.

Wir haben bis jetzt, um die Sache so einfach wie möglich zu halten, einige Momente, wie den negativen Druck in den Venen, in der Nähe der Brusthöhle, den Druck im Haargefässsysteme u. s. w., ausser Acht gelassen. Und dies konnte um so leichter geschehen, weil sie ohne Einfluss auf den Werth von unserm Beweise sind.

Volkmann hat mit Recht unterschieden zwischen dem Blutdrucke, der in Folge des Volumens im ganzen Gefässsysteme vorhanden wäre, und dem durch das Herz hervorgebrachten. Wenn er aber behauptet[1]), dass der Einfluss der Herzwirkung zu dem vom Volumen abhängigen Drucke gefügt werden, und dass mithin nicht der ganze Druck vom Herzen hergeleitet werden muss, dann sind wir nicht seiner Meinung.

Das Herz bringt bei jeder Contraction das Blut in der Herzhöhle unter einen höhern Druck, als das in der art.

1) Müllers Archiv 1852 pg. 299.

aorta und pulm. enthaltene. Hierdurch öffnen sich die valv. semilun. Soviel Blut als im Strömen begriffen ist, soviel wird auch durch das Herz bis auf das Maximum seines Drukkes gebracht. Es wird darin durch keine andere Kraft ununterstützt, sondern vielmehr durch den negativen Druck auf seine Aussenfläche, in Folge seiner Lage in der Brusthöhle, gehindert. Ich schliesse daher, dass wiewohl ohne Herzwirkung etwas Blutdruck denkbar sei, der während des Kreislaufs bestehende Druck ganz durch die Herzwirkung zu Stande gebracht wird.

Um genau zu sein, müssen wir unterscheiden zwischen der Wirkung der Vorkammern und der Kammern. Wir mögen wohl annehmen, dass das Blut im Allgemeinen, während es sich in die Vorkammern ergiesst, unter keinem merkbaren positiven Drucke steht. Die Audehnung erfolgt durch den negativen Druck auf die Aussenwände der Vorkammer. Bei der nun folgenden Contraction der Vorkammer wird das Blut, das in die Kammer getrieben wird, einen positiven Druck auf die inwendige Fläche der Kammer ausüben. Die Kammern dehnen sich dadurch aus und die Elasticität ihrer Wände wirkt auf den Druck zurück.

Diese elastische Wirkung der Kammern während der Diastole addirt sich zu der nachfolgenden Contraction durch active Muskelwirkung hervorgebracht. Da nun die elastische Wirkung Folge der activen Contraction der Vorkammer ist, so folgt daraus, dass die Vorkammer die Kammer in ihrer Wirkung unterstützt und dass auch ihre Contraction den Blutdruck uud die Blutbewegung mittelbar bedingt. Da nun weiter die Vorkammern keine elastische Rückwirkung auf das in sie einströmende Blut (das unter keinem positiven Drucke steht) auszuüben brauchen, so folgt weiter, dass es beim geregelten Kreislauf nur die active Muskelwirkung des Herzens ist, die das Blut unter einen gewissen Druck bringt, und dass der gleichmässige, vom Blutvolumen abhängige Blutdruck, bei mangelnder Herzwirkung, hierauf durchaus keinen irgend wesentlichen Einfluss ausübt.

Unsere Betrachtungsweise lässt sich aber auch noch folgendermaassen erläutern. Jede Bewegung beruht auf Druckunterschied, wie Weber dies sehr klar auseinander gesetzt hat. Dieser Unterschied ist nun allein von der Herzwirkung abhängig. Ist der Druck, unter dem das Blut im Herzen strömt, = 0, dann ist der ganze Druck in den Arterien als Druckunterschied, das ist als Effect der Herzwirkung aufzufassen. Jeder Druck, unter dem das Blut sonst in's Herz strömen möge, ist nur einfach vom Drucke in den Arterien abzuziehen, um die active Herzwirkung zu finden; in keinem Falle aber kann der mittlere Druck bei gleichmässigem Blutdrucke in Rechnung gebracht werden.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass keine andere Vorstellung als die unsrige mit dem Prinzipe der Krafterhaltung in Uebereinstimmung zu bringen ist. Der Blutdruck in den Arterien wird verbraucht für Blutbewegung und zur Ueberwindung von Widerstand und giebt sich schliesslich als lebendige Kraft zu erkennen. Wäre er zum Theile von einem constanten, durch das Volumen bedingten Drucke abhängig, er würde sich nicht als lebendige Kraft äussern können. Freilich ist eine gewisse Quantität Blut, die bei dem Gleichgewichtszustande wohl einigen Druck im Gefässsysteme verursachen würde, eine nothwendige Bedingung für den Kreislauf; aber als solcher ist er nicht im Stande, lebendige Kraft zu produciren. Eine Vermehrung des Blutvolumens bei unveränderter Herzwirkung kann den mittlern Druck überall erhöhen, aber keinen grössern Widerstand überwinden, und mithin nur insofern vermehrte Bewegung verursachen, als die Gefässe erweitert sind und der Widerstand in weiteren Gefässen bei gleicher Stromgeschwindigkeit geringer ist [1]).

1) Während der Druck dieses Aufsatzes besorgt wurde, kam mir Brunners Arbeit (Zeitschr. für rat. Medizin B. V. pg. 336) zu Gesicht. Er bestreitet Weber in ähnlicher Weise, wie ich dies thue. Wir lesen pg. 40: „Die Messung der Spannung im ruhenden Blute ist

dann unerlässlich, wenn man sich ein Urtheil bilden will über das Maass der Kräfte, die dem Blute vom Herzen mitgetheilt werden. Man würde diese letzteren offenbar zu hoch annehmen, wenn man sie gleich setzen wollte der Summe von Kräften, welche dem gesammten in Bewegung befindlichen Blute zukommen. Von dieser Summe muss man denjenigen Werth der Spannkräfte abziehen, welche das Blut besitzt, ehe ihm das Herz Spannung und Geschwindigkeit ertheilt." Ich bleibe inzwischen bei meiner Behauptung, dass der Unterschied im Blutdrucke in den Arterien und den Herzkammern bei der Diastole nur durch Herzwirkung hervorgebracht wird, so dass alle Kräfte des bewegten Blutes vom Herzen herzuleiten sind.

Ueber die Enden der Nerven im elektrischen Organ der Zitterrochen.

Von

R. Remak.

Seitdem Savi die Verästelung der Nervenfasern auf den durchsichtigen Blättchen der Säulen des elektrischen Organs der Zitterrochen entdeckt hat, liegt die Hoffnung nahe, die Frage nach der Endigung der Nerven zuerst bei diesem Organe zu lösen. Während eines Aufenthalts in Triest (im September 1853) ergriff ich die Gelegenheit, diesen Gegenstand einer Untersuchung zu unterwerfen; doch finde ich erst jetzt Musse, einige Worte darüber zu veröffentlichen.

Valentin behauptete, dass jedes Blättchen „aus einer mittleren Grundmembran und aus zwei auf beiden Seiten der letzteren aufliegenden Epithelialschichten" bestehe (Wagners Handw. d. Phys. 1. Bd. pg. 254). Er giebt sogar eine Abbildung von diesem Verhalten, nach welcher der Zwischenraum zwischen je zwei Blättchen, das sog. Kästchen, von einem Epithelium ausgekleidet sein soll. Wagner (Abhandl. d. K. Societät d. Wiss. in Göttingen. 1847. pg. 152) wollte sich gleich Savi „nicht bestimmt darüber entscheiden, ob die häutigen Kästchen aus einer oder mehreren Häuten bestehen". Dennoch schien es ihm, „als wenn allerdings rundum (?) nach aussen (?), also nach innen vom aponeurotischen Ueberzuge der Prismen, eine durchscheinende, fast structurlose Grundmembran, ähnlich wie bei vielen oder allen Drüsen vorhanden wäre, während die Innenfläche von einer sehr zarten, fein granulirten Membran, mit einzeln eingestreuten Kernen

ausgekleidet wird". Es soll überhaupt sehr schwer sein, ein Septum zu isoliren und auszubreiten. Auf derselben Seite heisst es dann: „Begreiflicher Weise besteht jedes Septum aus drei verschmolzenen Platten, nämlich dem Boden eines Kästchens, der Decke des nächst unteren Kästchens und der unteren Schichte, Lamelle, welche als Grundmembran jedes Kästchen äusserlich überzieht und vom Ueberzuge der Prismen stammt." Wagner widerruft darauf seine frühere, an Savi sich anschliessende Angabe von den netzförmigen Verbindungen der Nervenfasern, beschreibt die dichotomischen, mit Verlust der Markscheide verbundenen Verästelungen derselben und sagt schliesslich (pg. 159), dass eine solche Verästelung sich auf beiden Seiten eines Blättchens findet. „Zuweilen aber", fügt er hinzu, „reisst die Membran so, dass am Rande nur eine einfache Schicht von elektrischem Gewebe zurückbleibt, wo man dann auch nur die einfache Schicht von Nervenverästelung findet." Die blassen Nervenfasern lässt er übrigens mit abgebrochenen breiten Aesten endigen, und sagt ausdrücklich, „es bleibe immer noch Raum genug frei, wo man bloss das feinkörnige Parenchym ohne Nervenverästelungen wahrnimmt". Wagner glaubt schliesslich (pg. 160), „soweit unsere jetzigen mikroskopischen Hülfsmittel reichen, die Nervenendigungen und die eigentliche Substanz des elektrischen Organs bis an ihre letzte Grenze verfolgt zu haben".

Fast eben so klar, wie im frischen Zustande, lassen sich die Beobachtungen, welche ich gemacht habe, an den elektrischen Organen von *Torpedo marmorata* anstellen, die ich in Triest in Sublimatlösung 0,2 % oder in Chromsäure 0,2 % macerirt hatte und seitdem theils in Alkohol, theils in einer Mischung von doppeltchromsaurem Kali und Sublimat bewahre. Auch besitze ich eingekittete mikroskopische Präparate, an denen man die hier zu beschreibenden Wahrnehmungen wiederholen kann. Man überzeugt sich bald, dass es gar keine Schwierigkeit hat, einzelne Blättchen zu isoliren und mehrere über einander so zu falten und zu lagern, um ihre Zusammensetzung aus Schichten zu prüfen. Von

einer epithelialen Bekleidung ist freilich keine Spur zu sehen. Dieses negative Ergebniss könnte Bedenken erregen, wenn nicht im Uebrigen der merkwürdige Bau dieser Blättchen an meinen Präparaten so deutlich hervorträte. Namentlich sieht man klar, dass an jedem Blättchen, welches kaum $\frac{1}{500}$ L. in der Dicke messen dürfte, eine glatte und eine rauhe Seite zu unterscheiden ist. Die Blättchen liegen dicht auf einander, so dass immer die glatte Seite eines Blättchens der rauhen Seite des anderen zugewendet ist. Wenn ich nicht irre, ist die glatte Seite nach oben gewendet. Sie wird durch eine durchsichtige, beinahe glashelle Membran gebildet, welche in grossen regelmässigen Entfernungen runde kernhaltige Höhlen enthält. Diese Membran ist der festeste Theil des Blättchens: denn sie erhält sich, auch wenn durch schlechte Maceration die Nervenschicht verloren geht, welche die rauhe Seite des Blättchens bildet. Wagners Beschreibung und Abbildung ist richtig, soweit sie die stärkeren Fasern betrifft. Allein die blassen Fasern brechen nicht so plötzlich ab, wie Wagner angiebt, sondern sie verästeln sich weit feiner, wie man an allen meinen Präparaten auf den ersten Blick sieht, und die Aeste werden so fein, dass man wohl versucht wird, zu sagen, dass sie dem Auge sich entziehen, und dass zwischen ihnen doch noch ein, wenn auch kleiner von Nerven freier „körniger" Raum übrig bleibt. Allein es bedarf nur eines günstigen Lichtes, um an gut ausgespannten Stücken zu erkennen, dass der ganze scheinbar freie Raum von Nervenverästelungen ausgefüllt ist. Man sieht nämlich kleine runde oder eckige Figuren von kaum $\frac{1}{800}$ L. und darunter. Verfolgt man die zarten Konturen dieser Figuren, so sieht man, dass sie Aeste der Nervenfasern sind und dass sie nicht geschlossene Ringe bilden, sondern offene, indem die Fäserchen, deren Durchmesser ich auf weit weniger als $\frac{1}{1500}$ L. schätze, einander ebenso kreuzen, wie es die starken thun, und daher die ähnliche Täuschung hervorbringen, als bildeten sie netzförmige Anastomosen. An den Präparaten, welche ich mit doppeltchromsaurem Kali eingekittet

habe, erscheinen die Zwischenräume zwischen den feinsten Fäserchen stellenweise wie helle runde Bläschen.

So wird die ganze rauhe Seite des Blättchens durch eine Nervenfaserverästelung von einer Feinheit und Dichtigkeit gebildet, wie sie bisher nirgends angetroffen worden ist. Es fragt sich aber nunmehr, wie die feinen Spitzen dieser Fäserchen enden. Zunächst ist zu beachten, dass in dem Maasse, als die kleinen eckigen Ringe, welche den Zwischenräumen zwischen den Endästchen entsprechen, deutlicher hervortreten, auch der Anschein von „Körnchen", welche man sonst zu sehen glaubt, schwindet. So gelangt man schon durch die Flächenansicht zu der Vermuthung, dass das Ansehen von Körnchen entstehe durch knieförmige Umbeugungen der Endfäserchen, welche in senkrechter Richtung der glashellen Membran zustreben. Diese Deutung gewinnt an Boden, sobald man ein Blättchen faltet: alsdann bekommt die Falte den Anschein, als wenn feine Cylinderchen die Dicke des Blättchens bis zur glashellen Membran hin durchsetzten. Hier ist zwar leicht eine Täuschung möglich, insofern die in der Fläche laufenden Fäserchen bei einer gewissen Richtung der Falte ein ähnliches Ansehen werden bedingen können. Allein es scheint die pallisadenähnliche Stellung feiner Stäbchen nach der Dicke des Blättchens zu deutlich und zu beständig, um eine solche Täuschung zuzulassen. Doch bekenne ich, dass mich schon hier meine Mikroskope beinahe im Stich lassen. Denn es handelt sich nunmehr noch darum, zu entscheiden, ob die feinen Stäbchen nichts weiter sind als Fortsetzungen der feinsten Nervenreiser, oder eine neue differente, etwa der Muskelsubstanz ähnliche Masse. Diese Frage muss ich deshalb aufwerfen, weil es mir zuweilen gelingt, die feinen Nervenreiser im Zusammenhange sich ablösen zu sehen und weil alsdann kurze in Körner zerbrechende Stäbchen herausfallen, welche in Festigkeit und lichtbrechenden Eigenschaften sich von den Reisern unterscheiden und wegen ihrer Leichtigkeit zuweilen Molekularbewegung zeigen. Andererseits habe ich einige Male die feinsten Fäserchen mit stösselförmigen Anschwellungen und abgestutzten Enden auf-

hören sehen, ähnlich den Enden der Heinrich Müller-schen radiären Retina-Fasern, welche die Membrana limitans bilden. Beachtenswerth ist jedenfalls, dass ich zuweilen auch auf der glashellen Membran, nach Ablösung der Nerven- und Stäbchenschicht, eine feine matte Zeichnung von kleinen unregelmässigen Ringen oder eckigen Figuren unterscheide.

Erwähnen muss ich noch, dass man bei Verfolgung der feinsten Nervenreiser stellweise auf sternförmige oder spindelförmige mit grossen Kernen versehene Zellen stösst, welche dem Anscheine nach im Laufe der Nervenfasern sich finden. Es ist dies aber dieselbe Täuschung, wie sie einem bekannten Histologen in dem Schwanze der Froschlarve begegnet ist. Die feinen fadigen, zuweilen verästelten Ausläufer jener Zellen hängen nicht mit den Nervenfasern zusammen, und unterscheiden sich überdies zuweilen von ihnen durch grössere Dunkelheit, ja sogar durch variköse Gestalt! Sie scheinen Bindegewebszellen zu sein. Ihr Auftreten in der Schicht, welche fast ganz aus Nervenfasern besteht, macht es wahrscheinlich, dass das Bindemittel der letzteren wahres Bindegewebe ist. Ob dasselbe auch von der durchsichtigen mit kernhaltigen Höhlen versehenen Membran gilt, muss dahingestellt bleiben.

Das Robinsche, nach Matteucci nicht elektrische Organ im Schwanze von *Raja* dürfte sich wenig zu dieser Untersuchung eignen. Es entbehrt nämlich der dünnen Blättchen und hat mit dem elektrischen Organ der Zitterrochen keine andere Aehnlichkeit, als den Reichthum an Theilungen von Nervenfasern in den sehr straffen bindegewebigen Wänden der Kapseln, in welche die grossen Gefässschlingen wie gelappte Drüsen hineinhängen. Nach Beobachtungen und Präparaten, die ich im Jahre 1851 in Helgoland von *Raja clavata* gesammelt, muss ich die Beschreibung dieses Organs von Stannius (Handb. d. Zootomie, Berlin 1854, pg. 120) für ungenau erklären. Die an der Innenfläche der buchtigen nervenreichen Kapselwand befindliche gallertige, von Kernen in regelmässigen Abständen durchsetzte, in Säuren und Al-

kalien aufquellende Schicht scheint mir zwar allerdings contractile Eigenschaften zu besitzen. Denn ist das Thier ganz abgestorben, so erscheint sie ganz homogen. Wird sie aber im frischen Zustande mit Alkohol, Sublimat, Chromsäure behandelt, so zeigt sie ein sehr zierliches Bild von wellenförmigen concentrischen Furchen, so dass die Fläche wie mit Chladnischen Klangfiguren bedeckt erscheint. Durch ihre Schärfe erinnern die Furchen wohl auch an die Querstreifen der Muskelfasern. Aber ein allmäliger Uebergang dieser Substanz in quergestreifte Muskelfasern an der Spitze des Organs, wie Stannius beschreibt, lässt sich nicht nachweisen. Muskeln setzen sich allerdings an die Oberfläche des Organs an, und sobald sie sich verkürzen, werden sich die kolossalen Gefässbäusche in den Höhlen der Kapseln mit Blut füllen; sobald sie dagegen erschlaffen, kann die contractile Gallertschicht den Rücktritt des Blutes aus den Gefässen (vielleicht zum Rückenmark) befördern. Eine von diesem Gesichtspunkte ausgehende neue Untersuchung des Organs würde ein histologisches und physiologisches Interesse darbieten[1]).

---

1) In der inhaltreichen Abhandlung von Wilhelm His: „Beiträge zur normalen u. pathol. Histologie der Cornea" (Basel 1856), welche ich während des Druckes erhielt, wird behauptet (pg. 60), und zwar in angeblicher Uebereinstimmung mit Kölliker, dass die Nervenfasern der Hornhaut ein „geschlossenes Netzwerk" bilden. Ich habe diese Nervenfasern seit Jahren verfolgt, aber niemals Netze finden können. Auch sehe ich keinen Grund, die kernhaltigen „Knotenpunkte" der Fasern für Ganglienzellen zu halten. Im Schwanze der Froschlarve und auf den Blättchen des elektrischen Organs des Zitterrochens sieht man bekanntlich ähnliche der Bindegewebs-Scheide angehörige kernhaltige Anschwellungen an den Verästelungswinkeln der Nervenfasern.

Ueber das vas deferens.

Von

Ludwig Fick in Marburg.

(Hierzu Taf. XVII. A.)

Der Samen wird aus der Harnröhre stossweise ejaculirt durch die wechselnden Contractionen der Muskelschichten, welche das Lumen der Harnröhre comprimiren. — Die Kraft, durch welche der Samen aus dem vas deferens in die Harnröhre gelangt, besteht jedenfalls wesentlich in der Contraction der Wandung der Samenwege zwischen Hoden und Prostata, wird jedoch unterstützt durch eine Saugwirkung des Erectionsmechanismus der Harnröhre (wie uns Günther gelehrt hat). Dass aber diese Saugwirkung nur die Rolle einer untergeordneten Begünstigung spielt, lehrt die vollständige Samenentleerung auf Wollustreize bei vollkommener Epispadie und Harnblasenspalte. Dass andere Momente (wie z. B. die Bauchpresse, mechanischer Druck der Darmcontenta etc.), die man hin und wieder als mitwirkend bei dem Austrittsmechanismus des Samen aus dem Samenleiter durch die Prostata in die Harnröhre hat ansprechen wollen, im gesunden Organismus nicht in calculum zu stellen sind, bedarf keiner weitern Begründung.

Es gelangt der Samen in den Nebenhoden und Samenleiter durch das Secretionsmoment des Hoden. Wir können diese drei Abtheilungen des Weges, welchen der Samen von Secretion bis zur Ejaculation zu durchlaufen hat, durch folgendes Schema ausdrücken:

Apparat.	Kraft.	Füllung.	Adminicula.
A. Hoden.	Secretion.	Blutstrom.	tunica fibrosa.
B. Samengang.	Contraction.	Secretion von A.	Blasige Divertikel.
C. Harnröhre.	Muskelaction.	Contraction von B.	Erection.

Wenn man den Samenweg zwischen Hoden nnd Prostata vom Kaninchen, Hunde nnd Menschen vergleicht, so sind mit Ausnahme des Fehlens der Samenblasen die vasa deferentia bei Menschen und Hunden äusserst ähnlich, bei beiden fast knorpelhart, äusserst dickwandig, mit sehr engem Lumen, dagegen bei dem Kaninchen mit ausserordentlich dünner, weicher Wandung und mit einem Lumen versehen, was einer dreifach grösseren Canüle den Eintritt mit Leichtigkeit gestattet, als das Lnmen jener.

Die Studien, welche ich über diesen Samenweg an Hnnden (beziehungsweise Menschen) gemacht, will ich in Folgendem vorlegen.

I.

Die Frage, ob die Secretion des Hodens eine continuirliche oder eine unterbrochene, ob sie, wenn auch continnirlich, doch Intensitätsschwankungen unterliegt, ist von grösstem Interesse, aber wie mir scheint nicht auf experimentellem Wege zn beantworten.

Am nächsten liegt es, in den Samengang ein Manometer einzuführen und hiermit das mechanische Secretionsmoment zu prüfen; ich habe mich aber vergeblich bemüht, ein Manometer herzustellen, was geeignet gewesen wäre, bei Hunden die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Secretionsdrucks in den Hoden genügend darzustellen. Das Lnmen des vas deferens ist so eng, dass das hierdurch bedingte Einsatzende des Manometer so fein ausgezogen werden musste, dass bei den jedenfalls geringen mechanischen Kräften, die zn bestimmen waren, die Fehlerquelle, welche in der Adhäsion der flüssigen Füllung (ich füllte vom Quecksilberstand bis zum

Einsatzende mit Zuckerwasser) bei einem so kleinen Querschnitt liegt, so gross wurde, dass ich das scheinbare Resultat — ich bekam bei mehrfachen Experimenten keinen Secretionsdruck — wenigstens nicht als ein ernstes Resultat ansehen mag, und deshalb die angestellten Versuche hier nur anführe, um Anderen die Anregung zu geben, wo möglich bessere Prüfungsmittel zu ersinnen. Ebenso ist es mir misslungen, eine Samenfistel anzulegen, um allenfalls während eines vollzogenen Coitus die Samensecretion zu beobachten. 3 Hoden, welche ich an verschiedenen Hunden hierzu geopfert, verschlossen sich im Verlaufe weniger Tage an der Stelle, wo ich den Samenleiter durchschnitten resp. ein Stück ausgeschnitten hatte.

Besser gelang es die contractiven Kräfte zu prüfen, welche in der Wandung des Samenweges vom Hoden bis zur Prostata liegen und von mehreren Schriftstellern als übereinstimmend mit jenen geschildert werden, die sich beim Kaninchen ganz deutlich als peristaltische Bewegung zeigen.

Es wurden zu der Untersuchung acht grosse Hunde verwendet, und da es ohne Interesse sein würde, alle Einzelnheiten der weitläufigen Versuchsprotokolle vorzulegen, so will ich das Wesentliche derselben kurz, wie folgt, zusammenfassen. — Die directe Reizung des blossgelegten Samenganges, mit dem Duboisschen Schlittenapparat, bewirkt keine peristaltische Bewegung, es wird aber der Samenweg während der Reizung für das Gefühl der ihn fassenden Finger des Beobachters deutlich härter. — Nach Durchschneidung des Samenweges entleert sich nichts, sofort aber auf Reizung des vas deferens und noch kräftiger nach Reizung des Nebenhoden oder des gewundenen Anfanges des vas defer. ein ziemlich starker Tropfen trüber Samenflüssigkeit. Die Reizbarkeit erlischt aber scheinbar sehr schnell, da nämlich nach Abwischen des ersten Tropfens höchstens noch ein ganz kleiner Tropfen und dann gar kein Inhalt mehr aus dem Lumen entleert wird, und eine Bewegung in der Wandung durchaus nicht sichtbar ist, selbst bei anhaltendem Reize des Nebenhoden. — Es erhellt hieraus, dass die Samenbildung, selbst

wenn sie im Hoden continuirlich fortdauert, nicht hinreichend ist, um die Contractionskräfte der Wandung des Samenganges genügend anschaulich zu machen; es gelingt dies aber vollkommen, wenn man dicht am Bauchringe das vas defer. durchschneidet, eine Canüle einführt und dasselbe nach dem Hoden hin unter dem Drucke einer Quecksilbersäule (ich füllte mit einer solchen von 14 P. Zoll Höhe und 4³/₄ P. Linien Durchmesser) mit Quecksilber anfüllt. — Das Quecksilber geht ziemlich leicht bis in den Schwanz des Nebenhoden. — Wenn nun das mit Quecksilber gefüllte vas defer. eine Strecke weit isolirt und die serosa des Hoden vollständig geöffnet ist, so lässt sich Hode, Nebenhode und eine bedeutende Strecke vas defer. sehr gut übersehen, das letztere leicht mit einer feinen Nadel an einer mit Scala versehenen Glastafel in jeder beliebigen Stellung fixiren und der Quecksilberstand vortrefflich beobachten. — Bei einem Quecksilberstand bis zur Oeffnung bewirkt nun die galvanische Reizung des vas defer. sofort ein rasches Austreten zahlreicher kleiner Quecksilbertropfen (Ueberfliessen), wobei jedoch der Quecksilberfaden bis in den Nebenhoden hinab noch immer continuirlich bleibt und selten unter die Oeffnung herabsinkt. — Durch Reizung des Nebenhoden und des gewundenen Anfangs des vas def. entsteht ein viel stärkerer Austritt weit grösserer Tropfen, worauf der Quecksilberfaden oft bis 1½ bis 2 Zoll unter die Mündung herabsinkt. Durch neue Reizung wird der Quecksilberfaden wieder bis zur Mündung in die Höhe getrieben, zuweilen sogar abermals zum Ueberfliessen gebracht. — Versuche durch Reizungen von der Oeffnung her, den Quecksilberfaden rückwärts gegen den Hoden zu treiben, sind ohne Erfolg, so lange der Quecksilberfaden continuirlich von der Nähe der Oeffnung bis in den Nebenhoden herabreicht. Dagegen lässt sich ein kurzes Quecksilberfädchen von ½ Zoll durch abwechselnde Reizung vor oder hinter ihm mit Bestimmtheit vorwärts und rückwärts bewegen. Wird die Füllung des Samenwegs durch Beihülfe eines Fingerdrucks, mit welchem man das einfliessende Quecksilberfädchen gewaltsam gegen den Hoden drückt, forcirt, so

entleert sich bei vorsichtiger Entfernung der Canüle eine Zeitlang Quecksilber von selbst ohne alle Reizung aus der Oeffnung. — Die Frage, inwiefern Temperaturreize Contraction erregen oder modificiren, wurde durch Anwendung von Wasser von 55 ° R. und Berührung mit Eisstücken zu beantworten gesucht. Es ergab sich hierbei, dass der Stand des Quecksilberfadens weder durch Erhöhung noch durch Verminderung der Temperatur des Hoden oder Samenwegs direct verändert wird, dagegen erlischt durch längere Berührung des Nebenhoden oder Samengangs mit Eis die Reaktionsfähigkeit dieser Organe auf die galvanische Reizung, es stellt sich die Reaktionsfähigkeit derselben jedoch wieder her, wenn die normale Temperatur derselben wieder restaurirt ist. — Um zu prüfen, ob durch Reizung der Samenwege auf der einen Seite, etwa reflectorische Erscheinungen in der entgegengesetzten Körperseite hervorgebracht werden, wurden rechter und linker Hoden zugleich blossgelegt, beiderseits die Samenwege mit Quecksilber gefüllt und bei einseitiger Reizung beobachtet. Es ergab sich nicht die leiseste Spur einer Reflexion von der einen auf die andere Seite, obgleich hierbei ausser dem Querschnitt durch die vasa deferentia alle übrigen Gebilde, namentlich das Mesenterium des vas defer. sorgfältig unverletzt erhalten wurden. — Um zu prüfen, ob möglicherweise die Contraction der Cremasteren eine directe Einwirkung auf die Bewegung des Inhalts der Samenwege ausübe, wurden ohne Eröffnung der serosa, die bis auf den möglichst kleinen Längenschnitt, welcher ganz dicht am Bauchring zur Blosslegung und Füllung des vas def. vorgenommen war, unverletzten Cremasterhüllen gereizt, jedoch kein Quecksilberaustritt selbst bei der kräftigsten Cremastercontraction beobachtet. Es wurden bei allen nach den Versuchen getödteten Hunden sofort nach Eröffnung der Bauchhöhle die prostatischen Enden des Samenwegs ebenfalls untersucht, und es zeigt sich in den gewundenen prostatischen Enden bei Reizung ohne Quecksilberfüllung eine eigenthümliche, einer Erschütterung, jedoch nicht einer peristaltischen Bewegung vergleichbare Contractionsbewegung. — Bei der

Quecksilberfüllung ergab sich bei Anfüllung unter einem schwachen Quecksilberdrucke (bei 2 Zoll Quecksilberhöhe im Füllungsrohr) noch kein Quecksilberaustritt in Prostata und Harnröhre, welcher jedoch immer erfolgt, sobald der Quecksilberdruck bei der Füllung bis über 2 Zoll gesteigert wurde. In allen Fällen blieb jedoch der Samenweg nach Wegnahme der Canüle noch vollkommen gefüllt, mochte die Füllung unter hohem oder niederm Druck geschehen sein. Die Reizung des mit Quecksilber gefüllten Samenwegs, zeigte genau dieselben Erscheinungen wie am entgegengesetzten Hodenende, nämlich bestimmte Fortbewegung des Inhalts nach der Prostata hin, ohne locale Contraction oder der Darmbewegung ähnliche Bewegungen. — Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass der in Ermangelung eines Klappenapparats durch die Contraction des in der Prostata mündenden Endstückes des Samenwegs bewirkte Samenverschluss zwar ein vollständiger ist, aber mit Leichtigkeit durch die a tergo wirkenden Contractionskräfte des vas deferens überwunden wird.

Endlich will ich noch einer bei den Versuchen beobachteten Erscheinung hier beiläufig gedenken. Bei Reizung des einen Cremaster zieht sich constant das Endstück des praeputium penis kräftig nach der entgegengesetzten Seite, während die Bauchdecken unter heftiger Schmerzäusserung auf beiden Seiten sich gleichmässig contrahiren. Bei gleichzeitiger Blosslegung beider Cremaster kann man durch schnellen Wechsel der Reizung von links nach rechts ebenso schnell das praeputium umgekehrt dirigiren.

Zu bemerken habe ich noch, dass bei allen Hunden bei Durchschneidung des Samengangs sich die Schleimhaut etwas über die elastische Haut vordrängte, oder wie man wohl besser sagen wird, die elastische Haut zog sich etwas der Länge des Lumen nach zusammen.

Die Reizung des vas deferens erschien immer, wenn es auch noch im Zusammenhang mit seinem Mesenterium und unverletzt war, etwas weniger schmerzhaft, als die des Nebenhoden. — Wenn das vas defer. von seinem Mesenterium und der art. deferent., welche an ihm nur locker angewebt

im Mesenterinum verläuft, isolirt wurdo, so wnrde die Reizung desselben gar nicht mehr empfunden, während die Reiznng des prostatischen sowie des Hodenendes schmerzhaft blieb. Die art. deferent. blutete mehrmals so heftig, dass sie unterbunden wnrde.

Endlich mnss ich noch bemerken, dass bei allen Versuchen die beiden Electroden entweder auf einer und derselben Seite des Samenweges, oder wenn beiderseitig, so weit von einander entfernt angesetzt wnrden, dass auch nicht die entfernteste Möglichkeit übrig war, dass durch die beiden Drathenden ein mechanischer Druck anf den Samenweg und resp. Quecksilberfaden zufällig hätte ausgeübt werden können.

Bei allen Versnchen konnte bei der allergrössten Anfmerksamkeit (ich habe sehr häufig die Reizstellen unter der Loupe betrachtet) niemals eine locale Einschnürung beobachtet werden. — Anch bei den Versuchen, wo durch einen localen Reiz eine Unterbrechung des dünnen Quecksilberfadens zu Stande kam, war ebenso wenig als da, wo dies nicht stattfand, in der Wandung des vas deferens die geringste locale Einschnürung bemerkbar. — (Es erklärt sich übrigens aus der bedeutenden Cohärenz des Quecksilbers nnd dem Mangel der Adhäsion desselben an die Wandung des Samengangs diese auf den ersten Blick frappante Thatsache sehr leicht.) — Ich muss wiederholt auf das Bestimmteste versichern, dass an dem gestreckten Theile des vas deferens auch bei dem kräftigsten Quecksilberaustritt die Contraction der Wandung überhanpt mit dem Ange nicht direct wahrgenommen werden konnte. Anders verhielt sich die Sache bei dem gewundenen Theil des vas defer. und der cand. epidid. Bekanntlich sind diese Theile in eine tunica albuginea aus fibrösem Gewebe dergestalt eingewebt, dass diese Fibrosa wie eine Tangente über die Höhenpunkte der einzelnen Windungen wegläuft und die Zwischenräume überbrückt. — Bekanntlich sind aber die Windnngen dieser Theile in ein von dieser Fibrosa ausgehendes, fibrös fadiges Balkengerüst dergestalt fest eingewebt, dass eine Verschiebung der einzelnen Windungen innerhalb der Fibrosa nicht möglich ist. — Den-

noch sieht man, wenn diese gewundenen Theile in kräftige Contractionen versetzt werden, so lange sie nicht mit Quecksilber erfüllt sind, eine plötzliche Bewegnng, die anf den ersten Blick mit einer peristaltischen Bewegnng des Darms eine entfernte Aehnlichkeit hat nnd neben der thatsächlichen peristaltischen Bewegung, die man am vas defer. des Kaninchens so leicht beobachten kann, auch wohl leicht zn der irrigen Annahme führen kann, es habe anch das vas defer. des Hundes einen echten motus peristalticns. Bei genaner Beobachtung nnterscheidet sich aber diese Bewegung sehr wesentlich von der beim Kaninchen. Es verändert sich nämlich nicht im mindesten die Lage der einen Windnng zu der der andern Windung und ist anch hier nicht die leiseste Spur einer localen (fortschreitenden) Einschnürung wahrzunehmen, wohl aber spannt sich das ganze System der Windungen innerhalb ihrer Fibrosa plötzlich stärker als vorher, indem das Samengefäss enger und härter und länger wird, und zwar ganz positiv länger wird, wie ich durch ganz kleine (linienlange) Haarabschnittchen, die ich auf diese gewundenen Stellen gleichsam als Maassstäbchen streute, ganz leicht darthun konnte. In der That gleicht diese Erscheinnng eher einer plötzlichen Erection, als einer peristaltischen Bewegung. Ist dagegen die Füllung mit Quecksilber geschehen, so fallen von nun an auch die Contractionsbewegungen nicht mehr direct ins Auge, weil sie um so viel langsamer vor sich gehen, sind aber an der Verdünnung und geänderten Spannung des Inhalts auch noch indirect wahrnehmbar.

Ueberblickt man die angegebenen Thatsachen, so geht aus ihnen hervor, dass die Contraction des Samenganges zwischen Hoden und Prostata in ihrem Mechanismus bei den Hunden (also auch wahrscheinlich bei den Menschen) nicht mit dem Mechanismus der quergestreiften Muskeln, auch nicht mit dem Mechanismus der glatten Darmmuskeln zu vergleichen ist, dass er dagegen vollkommen analog dem Mechanismns der Arteriencontraction sich darstellt. Aber auch von dieser unterscheidet sich wieder die Reizbar-

keit dieses Apparats. Die Reizbarkeit des Samengangs reagirt nicht auf Temperaturreize, dagegen bis zur Erschöpfung auf galvanische Reize; sie wird vermindert durch Kälte und einigermaassen hergestellt resp. gesteigert durch Erwärmung, dagegen sie nach Erschöpfung ihrer Wirkung deutlich und leicht durch mechanische Ausdehnung des Querschnittes mittelst einer beliebigen vis mechanica hergestellt wird.

Es kann durch diese Contraction, welche auf Reizung erfolgt, ein Transport des Inhalts und zwar um so kräftiger, je grösser das Lumen des Querschnittes, oder was identisch, je grösser die Menge des Inhalts ist, nach dem locus minoris resistentiae, mit einer mechanischen Kraft, die verhältnissmässig sehr gross ist, bewirkt werden.

Es wird also an den Orten des geringern Widerstandes sich zunächst eine relative Häufung des Inhaltes in den gewundenen dünnwandigeren Anfangs- und Endtheilen (resp. in Nebenhoden und Samenblase) und eine relative Leere des mittleren, engeren und dickwandigeren Theils ergeben.

Es leitet sich aus diesem Verhältniss im Zusammenhang mit der Schwierigkeit des Rücktritts des Inhalts in den Hoden, und des Hodens als Ausgangspunkt der Reizung und Contraction, die Nöthigung ab, dass im Leben eine Strömungsrichtung nach der Prostata vorhanden sein muss, und niemals eine umgekehrte stattfinden kann.

Es erklärt sich, dass wenn der ganze Apparat gefüllt ist, auf Reizung erfolgende Contraction eine Entleerung desselben nach der Prostataseite hin zu Stande bringen muss, welche jedoch nicht stossweise in durch Ruheintervalle getrennten Kraft- (Zeit-) Momenten auftreten, sondern immer continuirlich sein und langsam in der Herstellung des Gleichgewichts sich auflösen wird. Es ist nach allem Vorstehenden also sicher, dass die Ejaculation aus dem normalen Penis unmöglich direct durch die mechanischen Kräfte der zwischen Hoden und Prostata liegenden Samenwege effectuirt wird; es ist aber sicher, dass diese Samenwege durch ihre Samenentleerung während des Begattungsreizes die dem

directen Muskeldrucke exponirten Theile der Harnröhre nach und nach füllen und hier ihren Inhalt dem stossweise erfolgenden Ejaculationsacte überantworten. —

Vergleichen wir mit diesen Thatsachen und ihren aus der allgemeinen Mechanik nothwendig sich ableitenden Folgerungen die einschlagenden Angaben der allerneuesten Schriftsteller, so finden wir bei Ludwig (Lehrbuch der Phys. d. Menschen Bd. II. pg. 280) die kurze Angabe: „Der in das vas deferens entleerte Samen wird durch die Muskelbewegungen dieses Schlauchs in die Samenbläschen ausgestossen, wo er mit anderen Drüsensäften vermischt und endlich in die Harnröhre entleert wird.“ — Bei Kölliker finden wir (Mikroskopische Anatomie Band II. pg. 422–23) folgende Angabe: „Während der Begattung zeigen sich mannichfache Bewegungsphänomene, von denen nur die bei der Ejaculation und Erection wirksamen erörtert werden sollen. Bei der ersteren sind vor Allem die mit colossaler Muskulatur versehenen vasa deferentia wirksam, die, wie Virchow und ich an einem Hingerichteten fanden, bei galvanischer Reizung mit ungemeiner Energie sich verkürzen und verengern, dann auch die Samenbläschen u. s. w.“ — Sodann finden wir bei Funke (Lehrbuch der Phys. d. Menschen von A. F. Günther, fortgesetzt von Dr. Otto Funke, Band II. Abth. III. pg. 1064) folgende Angabe: „Die muskulösen Wände der Samenleiter und Samenblasen, deren peristaltische lebhafte Bewegung auf elektrische Reize Ed. Weber zuerst dargethan hat, sind für die Fortleitung und Ejaculation ihres Inhalts, des Samens mit seinen Beimischungen, bestimmt. Mit welcher Kraft diese Muskeln, wahrscheinlich im Verein mit der Zusammenziehung der ausgedehnten dichten elastischen Fasernetze, wirken, lehrt die kräftige, fussweite Propulsion des Samens aus der Harnröhre.“ — Die Angabe Webers, welche Funke citirt (Zusätze zur Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane von E. H. Weber pg. 24) lautet also: „Bei den von meinem Bru-

der Eduard angestellten Versuchen hat sich bei mehreren Säugethieren die muskulöse Natur der von mir beobachteten Fasern bestätigt. Er reizte nämlich die vasa deferentia bei einem ausgebildeten so eben getödteten Kater und bei einem Kaninchen, indem er sie mit den Schliessungsdräthen eines galvanomagnetischen Rotationsapparates berührte. Dabei geriethen sie in eine deutliche lebhafte peristaltische Bewegung." — Es passen nun diese angezogenen Angaben vollkommen auf das Kaninchen, bei welchem man sich mit Leichtigkeit von der peristaltischen Bewegung der Samenwege überzeugt; — dass sie aber nicht auf den Hund passen, lehren unwiderleglich die vorstehenden Thatsachen. — Die anatomische Construction der Wandung ist aber bei Hund und Menschen identisch, dagegen beim Kaninchen von beiden ausserordentlich verschieden. — Hiernach sollte man beim Menschen denselben Mechanismus in der Wandung des vas defer. vermuthen, wie ich ihn beim Hunde zeigte. Dem widersprechen freilich die oben angeführten Beobachtungen. — Offenbar wäre es zu wünschen, dass die von mir beim Hunde angewendete Prüfungsweise auch auf den Menschen angewendet würde. — Das Fehlen der Samenblasen setzt allerdings einen Unterschied zwischen dem betreffenden Apparat des Hundes und des Menschen. Jedoch sind die Samenblasen nichts weiter als Divertikel des drüsigen Endes des vas deferens und ihre Existenz bei dem kurzen sowie ihr Fehlen bei dem verlängerten Hundecoitus sehr leicht mit der aus meinen Beobachtungen hervorgehenden Anschauung zu vereinigen.

Bemerken will ich noch, dass die mir gemachten Angaben jener unglücklichen Subjecte mit umgestülpter Harnblase, welche jährlich die Universitäten besuchen, über ihre Samenentleerung bei Wollustreiz, mit Bestimmtheit auf ein Hervorquellen und nicht auf ein Ausspritzen des Samens gelautet haben.

II.

Ueber das Gewebe des zwischen Hoden nnd Prostata gelegenen Samenwegs lauten die Angaben der nenesten Schriftsteller nicht übereinstimmend. Arnold und Kölliker repräsentiren wohl am besten die Differenzen in den neueren einschlagenden Publicationen. Da es uns hier nur um Aufklärung der mechanischen Wirkungen der Wand der Samenleiter zu thnn ist, so beschränken wir uns lediglich auf die Angaben, welche hierfür von unmittelbarem Interesse sind. Arnold sagt: (Handbuch d. Anat. d. Menschen, von Fried. Arnold, Band II. Abth. I. pg. 233) „Der Samenleiter wird gleich den meisten Ausführungsgängen durch drei Häute gebildet. Die äussere oder Zellhaut ist weisslich und besteht aus ziemlich dichtem Zellstoff. Die mittlere oder Faserhaut ist weit dichter, fester und elastischer als die mittlere Haut an anderen Ausführungsgängen. Sie hat ein gelbliches und gleichförmiges Anseln. Unter dem Mikroskop erkennt man an Längs- und Querschnitten 3 Lagen von Fasern, nämlich eine äussere und innere Längsfaserschichte und eine mittlere Kreisfaserschichte. Unter diesen ist die letztere am dicksten ($^1/_4$''') und die innere am dünnsten ($^1/_8$'''). Die physikalischen, chemischen und mikroskopischen Eigenschaften der Faserhaut sprechen dafür, dass dieselbe aus einer elastischen und zum Theil zellstoffigen Substanz besteht, welche von der Muskelsubstanz wesentlich verschieden ist. Die mittlere Haut, welche gegen das Ende des Samenleiters an Dicke bedeutend zunimmt, ist durch Elastizität geeignet, bei der Anfüllung des Samencanals mit Samen zur Ausstossung desselben beizutragen u. s. w. Die meisten Anatomen nahmen früher an, dass die mittlere Haut des Samenleiters aus einem festen und elastischen Zellstoff eigenthümlicher Art bestehe. Leeuwenhoek sah am Samengang gerade und ringförmige Fasern und hielt sie für Fleischfasern. Huschke (Eingeweidelehre pg. 382) unterschied richtig die oben angegebenen drei Lagen von Fasern, die er als elastische bezeichnet. Mehrere Andere erklären ohne hinreichende Gründe die mittlere

Haut für eine Muskelhaut. Zufolge eigener chemischer und mikroskopischer Untersuchungen besteht die Faserhaut des Samenleiters vorwiegend aus elastischen und zum Theil aus contractilen zellstoffigen Fasern. Ueber die Samenblasen pg. 237 etc. Auf die Zellstofflage folgt die bräunliche Faserhaut, welche dünner und ausdehnbarer ist, als die mittlere Haut des Endes vom Samenleiter, mit ihr aber in ihrer Zusammensetzung übereinstimmt, nur dass sie mehr contractile als elastische Fasern zu besitzen scheint.“ Soweit Arnold. —

Kölliker (Mikroskopische Anat. Band II. pg. 404) sagt: „Die Samenleiter sind im Mittel $1-1\frac{1}{2}'''$ weite cylindrische Canäle mit Wänden von $\frac{1}{2}-\frac{2}{3}'''$ und einem Lumen von $\frac{1}{4}-\frac{1}{3}'''$, die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind. — Die Muskelhaut von 0,38–0,6''' Dicke besitzt eine äussere starke Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern und eine dünnere, nur $\frac{1}{5}$ der ganzen Muskelhaut betragende innere Längsschicht, und besteht aus starren und blassen, bis 0,1''' langen, in der Mitte 0,004–0,006''' breiten Faserzellen, untermengt mit etwas Bindegewebe und einigen sehr blassen elastischen Fäserchen. — Die Schleimhaut ist längsgefaltet und in dem letzten breitesten und weitesten Abschnitte des Samenleiters mit vielen grösseren und kleineren netzförmig angeordneten Grübchen versehen.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die Ductus ejacul., und die Samenbläschen, von denen die letzteren bekanntlich nichts als blinde mit warzigen, schlauchförmigen oder verästelten Ausläufern versehene Anhänge der Ductus deferentes sind. Erstere zeigen in dem oberen Theile denselben muskulösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. — Nach der Prostata zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskelfasern mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen gemischt. Die Wände der Samen-

blasen sind bedeutend dünner als die der Samenleiter, besitzen jedoch denselben Bau wie diese, nur dass die deutlich gefässhaltige Schleimhaut u. s. w."

Man sieht, dass der Gegensatz zwischen Arnold und Kölliker auf die verschiedene Deutung eines und desselben, bei Kölliker nur specieller ausgeführten Sachverhalts hinausläuft, insofern Arnold die von Kölliker als Zelle aufgefasste Elementarform weder affirmirt noch negirt. Beide nehmen drei Schichten (eine kreisförmige stärkere zwischen zwei dünneren Längsfaserschichten gelagerte) in der jedenfalls contractilen Wandung an. Kölliker deutet in seiner Weise diese Wandung (von der Schleimhaut und der die Gefässe und Nervennetze enthaltenden tunica adventitia fibrosa soll hier überhaupt nicht geredet werden) als Muskelwand, während Arnold sie als nicht muskulös will angesehen wissen; Beider Angaben gelten für den Menschen. — In Beziehung auf diese drei Schichten finde ich die vorstehenden Angaben, welche der Hauptsache nach allgemein angenommen werden, für den Hund und auch theilweise für den Menschen nicht genau. Bei Hunden und ebenso bei Menschen besteht in dem Theile des vas def., welcher die dickste Wandung und das kleinste Lumen besitzt, die contractile Wandung nicht aus drei isolirten Faserschichten, vielmehr aus einer, in concentrische, kreisförmig laufende Lappen und Fetzen zerreissbaren faserigen Grundlage, in welche ein Netzwerk oder Balkengeflecht mit langgestreckten Maschenräumen von derselben Substanz eingewebt ist, welches sich überwiegend auf der äusseren und inneren Seite entwickelt, während sich die concentrisch spaltende Faserlage in der Mitte, den bei weitem grössten Theil der ganzen Masse bildet. Auch kann ich mich nicht überreden, dass das Material dieser in einander geschobenen Fasergeflechte aus präformirten isolirten Faserzellen bestände, vielmehr finde ich, dass es überhaupt keine präformirten morphologischen Einheiten besitzt, sondern, analog dem elastischen Gewebe und dem Gewebe der gefensterten Arterienhaut, aus einem continuirli-

chen Geflecht, bald sich spaltender, bald wieder vereinigender Gewebsbälkchen besteht, welches Flechtwerk zwar künstlich und gewaltsam in scheinbare Einheiten von dem verschiedensten Kaliber zerrissen und zerpflückt werden kann, aber nicht aus kalibrirten präformirten Einheiten wie die gestreifte oder glatte Muskelfaser zusammengesetzt ist.

Es zerfällt bei dem Hunde die ganze Wandung zunächst in zwei (jedoch continuirliche) Schichten, indem die dickere äussere Partie eine grobe Darstellung der so eben angegebenen in einander geschobenen gerade und quer laufenden Geflechte darstellt, während zunächst der Schleimhaut sich dasselbe mit feinen gefaserten Elementen wiederholt.

Je mehr man sich beim Menschen und beim Hunde der Prostata nähert, desto mehr häuft sich die längs dem Lumen laufende Längsfaserschicht aussen und innen, die kreisförmig laufende in der Mitte, ohne jedoch den Charakter der gegenseitigen Durchsetzung ganz aufzugeben. Das Gewebe habe ich mit Kali, Essigsäure und Salpetersäure untersucht und an frischen sowie an getrockneten und aufgeweichten, sowie auch an gekochten Quer- und Längsschnitten studirt. Es ist also zunächst festzuhalten, dass Construction und Mechanismus des vas def. keineswegs bei allen Säugethieren sich identisch verhalten.

Da aber die contractile Wandung des zwischen Hoden und Prostata liegenden Samenwegs beim Hunde (beziehungsweise Menschen) in ihrer Mechanik sowohl als in ihrer Construction von dem glatten wie von dem quergestreiften Muskelelement sich wesentlich unterscheidet, so finde ich keinen hinreichenden Grund, dieselbe hier muskulös zu nennen und damit die scharfe Charakteristik der glatten und quergestreiften Muskelfaser aufzugeben, vielmehr scheint mir die ältere Anschauung, nach welcher elastisches Fasergewebe (durch Mangel an präformirten Functionseinheiten morphologisch cha-

rakterisirt) unter gewissen Verhältnissen Irritabilitätsphänomene zeigen kann, hier gerade darum als die vorzüglichere, weil sie neben Anerkennung der übrigen Unterschiede den analogen Vorgang in verschiedenen Substanzen nur functionell zu bestimmen sich bescheidet. — Will man dagegen mit den neueren Mikroskopikern jeden Theil des Organismus, in welchem sich Irritabilitätsphänomene nachweisen lassen, Muskel nennen, so hört das Wort Muskel auf ein histologischer Begriff zu sein, und man hat den Uebelstand, dass eine einzelne Eigenschaft des Muskels (allerdings seine wichtigste Function) für eine Reihe von verschiedenen Geweben, welche sowohl unter sich als von dem wirklichen Muskel sehr verschiedene Eigenschaften haben, als Begriffsbestimmung benutzt wird.

Es würde die Vertauschung der Bezeichnung irritabel oder contractil (die Fähigkeit, auf Reize in Molekularbewegungen zu gerathen) mit der Bezeichnung musknlös etwas für sich haben, wenn das eifrige Streben der Mikroskopiker, aus mikroskopischen Bildern Anschauungen über die molekulare Mechanik der organischen Gewebe zu gewinnen, irgend eine Realität hätte. — Leider wird aber dies ein desiderium pium bleiben. Auch fernerhin wird wohl in dieser Beziehung sich nichts machen lassen, als dass die Einen mit Hrn. Bowman Muskelscheiben, die Andern mit Hrn. Barry gedrillte Fibrillen u. s. w., als unmittelbar in der molekularen Muskelmechanik arbeitende Elemente, in die leider nicht bis in die molekulare Mechanik hinabreichenden mikroskopischen Bilder hineinphantasiren. Es ist unangenehm, dass man mit dem Mikroskop der Mechanik des organischen Moleküls nicht beikommen kann, allein es ist nun einmal so. — Durch die classischen Untersuchungen von Dubois-Reymond steht fest, dass in allen irritabeln Substanzen gewisse regelmässige elektrische Strömungserscheinungen stattfinden. Es ist fast gewiss, dass diese Erscheinungen der Ausdruck der Wirksamkeit regelmässig angeordneter elektromotorisch wirksamer Moleküle sind. Nichts ist daher wahrscheinlicher,

als dass die Contraction irritabler Gewebe in einer elektrodynamisch bewirkten veränderten Anordnung jener Moleküle besteht; sei es, dass sie in einer bestimmten Richtung näher an einander rücken, sei es, dass vorher hinter einander gelegene seitlich neben einander treten. Das Mikroskop aber macht diese Vorgänge weder in der einen noch in der andern Gewebsform auch nur annähernd anschaulich.

Erklärung der Abbildung.

Die Figur zeigt im Querschnitt:

a. die (ausser dem Focus liegende) längsgefaltete Schleimhaut.
b. die kreisförmig laufenden Schichten.
c. die längslaufenden Schichten.

Encore un mot sur la formation des perles.

Par

le Dr. Ph. De Filippi,
Prof. à Turin.

Je suis bien sensible à l'honneur que Mr. le docteur Küchenmeister a voulu me faire par la traduction de mon petit mémoire sur la formation des perles (Arch. de Müller, 1856, pg. 251 sqq.); mais je ne saurais reconnaître comme bonnes et valables les notes critiques qu'il y a ajouté. Comme la plus part se reduisent à une simple chicane de mots, je viendrai au substantiel, et pour couper court, je metterai sous les yeux de l'helminthologiste éclairé de Zittau les passages suivants d'un autre travail que j'ai publié deux années plus tard (1854) dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin, et qui ayant paru aussi la même année dans les Annales des Sciences naturelles, sera peut-être déjà connu de Mr. Küchenmeister [1]).

„Dans un petit mémoire sur les perles j'ai déjà cherché à montrer que leur formation n'est pas due à une particularité de certaines espèces de conchifères: qu'il y a toujours dans les perles un noyau formé par un entozoaire; et que la fréquence des perles est vraisemblablement en raison directe de la fréquence des parasites dans le manteau des mollusques margaritifères.“

Et j'ajoutais en note:

„Des recherches postérieures n'ont fait que confirmer ces faits; seulement je dois maintenant généraliser un peu plus,

1) Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes.

et dire que le noyau des perles est toujours formé par un animal, qui est ordinairement un entozoaire de l'ordre des Trématodes, mais qui peut être aussi un parasite d'une autre classe. Je viens de trouver des perles de l'*Anodonta cygnea* qui renfermaient comme noyau un jeune individu de Limnochares Anodontae encore parfaitement reconnaissable.

J'ai ajonté dans mon mémoire qu'il serait peut être intéressant d'étudier les parasites des mollusques margaritifères, même dans un but industriel, car on pourrait trouver le moyen d'augmenter la diffusion de ces parasites, ou de les transporter d'un endroit à l'autre. On pourrait faire très facilement des recherches de ce genre en Saxe, ou la récolte des perles est tonjours de quelque importance, et constitue un droit du gouvernement.“

Il résulte de ces passages que j'ai trouvé bien avant Mr. Küchenmeister le Limnochares Anodontae comme noyau des perles. Cette trouvaille n'a pas été faite accidentellement, mais d'après un projet conçu. Si je n'ai pas cru alors de publier un mémoire à ce sujet, c'est que, selon moi, cela ne valait pas la peine. Je n'ai rencontré qne très rarement ce singulier Acarien dans l'intérieur des perles, bien qu'il soit excessivement commun dans les Moules et les Anodontes du Piemont, et qu'on le trouve partout, même dans les localités ou les perles sont excessivement rares. Ceci suffirait déjà pour faire penser que le Limnocharcs n'est pas la cause la plus ordinaire de ces productions. Lorsqu'il en forme le noyau, il est toujours très facile de le reconnaître au moins par quelques résidus de ses extrémités, dont l'enveloppe chitinique résiste long temps à la decomposition.

Si c'est le *Distoma duplicatum* qui m'a conduit à établir ma thèse générale sur la formation des perles, la cause en est que cette espèce présente une condition toute particulière dans les lignes saillantes à zig-zag de la queue, qui sont encore reconnaissables, lorsque le corps du ver est défait par l'altération qu'il subit promptement. Plus tard il m'a été possible une fois de bien reconnaître dans une toute petite perle, tirée du manteau d'un Anodonte, les épines buccales d'un *Echino-*

stomum. Du reste on conçoit la raison par laquelle presque généralement dans le noyau des perles toute trace d'organisation a disparu, de manière qu'on ne peut en déterminer la nature que par des preuves indirectes, et par induction d'autres faits clairement reconnus.

Certes il y a aussi des excroissances de l'intérieur de la coquille qui ne méritent pas le nom de perles. Je viens d'en trouver qui contenaient une grande cavité pleine d'une masse pulpeuse verdâtre, qui examinée au microscope m'a présenté dans la substance amorphe une quantité de cellules particulières groupées à deux à trois, et des cristaux aiguilliformes très transparens, avec un clivage dans le sens de la longueur.

Il y aurait à discuter sur les moyens que Mr. Küchenmeister a imaginé pour augmenter artificiellement la production des perles. La méthode à suivre pour cet effet, est nettement tracée par la nature. Cela étant il ne faut pas penser ni aux jeunes Mermis ni aux embryons des Cestodes, dont la présence dans le corps de moules n'a jamais été constatée jusqu'à présent. Tous les moyens propres à faciliter l'invasion de ces mollusques par leur parasites habituels, pourront amener à quelque résultat. Or parmi ces parasites nul doute qu'il faut compter en première ligne les larves des Trématodes. Le Limnochares se rencontre, à la vérité, plus souvent, mais cet acarien n'est, en dernière analyse, qu'un parasite externe. Il ne fait que déposer les oeufs dans la membrane du manteau, et les jeunes qui en sortent vont se promener de suite sur les différentes parties du corps du mollusque. Quelques rares individus s'égarent accidentalement entre la surface externe du manteau et la lame interne de la coquille, et dans ce cas seulement ils sont en position d'être incrustés par la sécrétion du manteau, et servir de noyau à une perle. Les larves des Trématodes, par contre, comme véritables parasites internes se frayent une route dans tous les organes du mollusque, et quelques espèces se développent déjà dans la membrane même du manteau; elles sont toujours en plus grand nombre que le Limnochares; elles s'enkystent, ce que cet acarien ne fait pas; elles se trouvent enfin dans

des conditions bien plus favorables pour former des noyaux de perle.

Je ne dirai rien sur l'idée de Mr. Küchenmeister d'injecter par l'ouverture respiratoire des moules des oeufs ou des embryons de parasites, ou même des grains de sable, pour en faire autant de noyaux de perle. J'attendrais le résultat de ces expériences, d'autant plus que ne connaissant pas encore le travail de Mr. Rengarten sur l'Anatomie des Anodontes, je ne saurais me décider à voir dans l'organe de Bojanus l'organe sécréteur de la substance calcaire de la coquille, et je persiste avec tous les Anatomistes, Mr. Siebold en tête, à considérer cet organe comme l'équivalent du rein.

Ueber parasitische Schläuche auf einigen Insectenlarven.

Von
N. Lieberkühn.

(Aus dem Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1856. April.)

(Hierzu Taf. XVIII. Fig. 1 – 7.)

Auf den Kiemenfäden mancher Phryganealarven und auf den dort vorkommenden Epistylisstöcken finden sich cylindrische, an den Enden häufig etwas zugespitzte, bewegungslose Schläuche, von denen die grössten etwa $1/5'''$ lang und $1/100'''$ dick sind, während die kleinsten $1/50'''$ in der Länge und $1/200'''$ in der Dicke erreichen. Einige dieser Schläuche enthalten eine farblose durchsichtige Substanz in ihrem Innern, in der viele feine das Licht stark brechende Körnchen eingestreut sind; reisst ein solcher Schlauch auf, so tritt der Inhalt meist in Form von grösseren und kleineren Kugeln heraus, welche sich allmälig an der aufgerissenen Stelle abschnüren und von der übrigen Masse loslösen. Die Membran der Schläuche ist ohne nachweisbare Structur.

Andere dieser Schläuche sind vollständig ausgefüllt von spindelförmigen Körperchen, die eine grosse Aehnlichkeit mit den Psorospermien haben, welche sich in der Harnblase des Hechts finden. Die Länge der Spindeln beträgt ungefähr $1/80'''$, ihre grösste Dicke etwa $1/300'''$. Sie sind dem Aussehen nach von derselben Masse erfüllt, wie sie eben von den Schläuchen beschrieben wurde; nur bemerkt man an einzelnen Stellen helle runde körnchenfreie Räume. Die Spindeln werden nicht selten mit einer heftigen Bewegung aus den Schläuchen heraus-

geworfen. Beobachtet man eine solche Spindel einige Zeit, so sieht man in der Regel folgenden Vorgang: der Inhalt trennt sich in zwei bis fünf Stücke, welche sich alsbald zu bewegen anfangen, den Behälter verlassen und mit grosser Geschwindigkeit fortkriechen. Die Gestalt der ausgekrochenen Thiere und die Art ihrer Bewegung gleicht der der Amöben; in ihrem Innern unterscheidet man neben den feinen Körnchen ein etwas grösseres, das Licht schwächer brechendes, von einer lichten Substanz umgebenes kugeliges Gebilde. Die Thierchen lebten einen Tag lang in dem Wasser des Objectträgers, und zogen sich kugelig zusammen, ehe sie zu Grunde gingen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Einer der parasitischen Schläuche vor der Entwickelung der Psorospermien.

Fig. 2. 3. Kleinere Schläuche gleicher Art.

Fig. 4. Die psorospermienartigen Körper in dem Schlauche.

Fig. 5. 6. Die hervorgetretenen Psorospermien.

Fig. 7. Die aus den Psorospermien ausgekrochenen amöbenartigen Thierchen.

Anmerkung. Bisweilen kriechen die amöbenartigen Thierchen sämmtlich oder theilweise schon innerhalb der Schläuche aus den Psorospermien aus und bewegen sich bis zum Zerplatzen der Schläuche lebhaft auf und nieder. Von der äusserst dünnen Haut der einzelnen Psorospermien sah ich in solchen Schläuchen keine Spur; bei den freien Psorospermien bemerkte ich sie in der Regel auch nur, während die Thierchen sich von einander trennten und auskrochen.

Zusätze
zur Entwickelungsgeschichte der Spongillen.

Von

N. Lieberkühn.

(Vorgetragen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin in der Sitzung vom 20. Mai 1856.)

(Hierzu Taf. XVIII. Fig. 8. 9.)

Grant berichtet über Wasserströmungen bei den Spongien, welche durch die Poren eindringen und aus den inneren Canälen durch grosse Oeffnungen wieder austreten; Laurent beschreibt eine ähnliche Erscheinung bei den Spongillen, wo er aus röhrenförmigen Fortsätzen Substanzen austreten sah. Mit Wimpern versehene mikroskopische Spongillenstücke, welche Dujardin sah, hat später auch Bowerbank gefunden, und zwar bei Spongillen sowohl, als bei Spongien; Bowerbank fand ferner Zellen, deren jede ein Wimperhaar trug.

An den von mir schon früher erwähnten kegelförmigen Fortsätzen junger Spongillen habe ich neuerdings eine kreisrunde Oeffnung wahrgenommen; die Spongillen, welche dies bis jetzt zeigten, waren sechs Wochen zuvor aus Gemmulis ausgekrochen, oder es waren abgerissene Stücke einer grössern überwinterten grünen Spongille, welche in algenhaltigem Wasser sich weiter entwickelt hatten, ohne sich festzusetzen. Die röhrenförmigen Fortsätze waren schon mit der Brückeschen Loupe vollständig zu erkennen; sie bilden die Fortsetzung einer auch bei den grünen Spongillen fast farblosen gallertigen Hüllenschicht, welche die übrige Zellenmasse nebst den Spiculis umschliesst; hin und wieder ragen einzelne Spicula über sie hinaus und erstrecken sich auch bis in die röh-

renförmigen Fortsätze hinein. Aus der vorher erwähnten kreisförmigen Oeffnnng der röhrenförmigen Fortsätze strömt nun beständig Wasser heraus und werden fortwährend in kurzen Zwischenräumen kleine Stücke von zerfallenen Substanzen, bisweilen auch Bacillarienschalen oder auch Carminkörnchen, wenn die Spongillen gerade solche zuvor in sich aufgenommen hatten, mit grosser Heftigkeit herausgeworfen, und hat dieser Vorgang das Ansehen, als ob er von Wimpern bedingt würde. Man sieht die herauszuwerfenden Substanzen mitunter schon an dem dem röhrenförmigen Fortsatz entgegengesetzten Ende der Spongille in Bewegung gerathen und nach der Ausflussöffnung hingetrieben werden; bisweilen bleibt auch Etwas noch vor derselben festhangen, wird dann aber doch bald gleichfalls hinausgeschleudert.

Die röhrenförmigen Fortsätze, deren an einer $^1/_2'''$ breiten Spongille zwei beobachtet wurden, werden bisweilen eingezogen, es geschieht dies äusserst langsam.

Um die Aufnahme von Substanzen durch die Spongillen zu beobachten, wurde der Flüssigkeit, in der sie sich befanden, Carmin zugesetzt; es drangen in mehreren Fällen die rothen Körnchen in eine oder zwei Oeffnungen ein, welche in einiger Entfernung von der kegelförmigen Erhebung lagen, und färbten fast die ganze Spongille roth; viele der rothen Körnchen steckten im Innern der Schwammzellen selbst, was sich beim Zerreissen der Spongille nnter Anwendung starker Vergrösserungen leicht nachweisen liess. Um das Auswerfen und Eindringen der Substanzen zu beobachten, wurde eine achtzigfache Vergrösserung angewendet, indessen ist eine dreissigfache schon hinreichend.

Wimpern konnte ich an der unversehrten Spongille nicht auffinden; an zerfaserten Spongillenstücken fand ich neuerdings Folgendes vor: 1) einzelne Wimperzellen, jede mit einer langen dünnen Wimper versehen, welche noch eine Zeit lang hin nnd her schwingt; die Zelle der Wimper ist etwas grösser, als der Kopf der als Spermatozoiden beschriebenen Gebilde, während der Schwanz der letztern dicker und länger ist; in den Wimperzellen unterscheidet man meist einen Kern;

2) die von Dujardin abgebildeten Stücke, welche amöbenartige Bewegungen zeigen und zugleich jene Zellen besitzen; 3) Spongillenstücke, welche von der Grösse einer grossen Schwammzelle sind und in ihrem Innern eine runde Höhlung besitzen, die vollständig mit einer einfachen Lage von Wimperzellen bedeckt ist; die feinen Wimpern dieser Zellen ragen nach dem Mittelpunkt der Höhlung hinein und bewegen sich noch lange Zeit.

An jungen Spongillen, welche mehrere Wochen auf Uhrgläschen festgesessen hatten, wurde folgende Erscheinung wahrgenommen: eine oder ein Conglomerat von mehreren Zellen trennte sich langsam von dem Körper der Spongille ab und zeigte noch nach mehreren Stunden die amöbenartigen Bewegungen.

An grösseren Stücken Schwamm, welche ich in algenhaltigem Wasser aufbewahrte, fand ich neuerdings bisweilen mehrere grosse röhrenförmige Fortsätze; ein etwa einen halben Zoll im Durchmesser messendes kugeliges Stück hatte vier schon mit blossem Auge erkennbare Fortsätze, von denen zwei cylindrisch und zwei kegelförmig waren; sie ragten über zwei Linien weit über die Oberfläche der Spongille hinaus und waren von mehreren Nadeln in ihrer Umhüllung durchsetzt; wenn zufällig Substanzen vor die Ausflussöffnung geriethen, so wurden sie heftig zurückgeschleudert; dies liess sich vollkommen sicher schon mit der Brückeschen Loupe beobachten; während acht Tage sah ich sie fast beständig offen, so oft ich sie untersuchen mochte. Bei starker Vergrösserung erwiesen sich abgerissene Stücke dieser Röhren als eine farblose membranöse Masse, in welcher sich hie und da Zellen mit Nucleus und Nucleolus, aber niemals Wimpern vorfanden; ebenso verhielt sich auch die äusserste Schicht der ganzen Spongille, von der die Röhren die Fortsetzung bilden. An noch grösseren Schwammstücken habe ich bis jetzt die röhrenförmigen Fortsätze noch nicht gesehen, so viel ich auch danach gesucht habe.

In der Mitte des Juni dieses Jahres fand ich den röhrenförmigen Fortsatz auch an den aus Schwärmsporen erzogenen Spongillen offen und zwar am fünften Tage nach der Fest-

setzung der Spore. Die Oeffnung war kreisförmig und befand sich genau an der Spitze des kegelförmigen Fortsatzes; hin und wieder kamen in einer starken Strömung fremde Körperchen heraus, z. B. *Arthrodesmus*, welche gerade häufig in der umgebenden Flüssigkeit vorhanden waren; man sah solch Körperchen schon im Innern der Spongille in Bewegung gerathen, in den Fortsatz hineingetrieben werden und die Höhlung desselben hindurchgleiten. Die Fortsätze können auch hier zurückgezogen und geschlossen werden. Den letztern Vorgang bemerkt man, wenn man das Wasser, in welchem die Spongille sich befindet, mit einem unlöslichen Farbstoff, z. B. Carmin versetzt; während sonst alle Carminkörnchen, welche gerade vor die Oeffnung kommen, mit Heftigkeit zurückgeworfen werden, hört dies sofort auf, wenn sich die Oeffnung schliesst. Dies kann schon stattfinden, ehe der Fortsatz eingezogen ist; es verengt sich dann allmälig bloss das Lumen seiner Spitze und verschwindet zuletzt dem Blick vollständig. Beim Zurückziehen des Fortsatzes verliert derselbe seine sonst ziemlich glatte Oberfläche und erscheint zellig. Bisweilen werden auch hier die Fortsätze durch Nadeln gestützt; beim Zurückziehen weichen alsdann auch die Nadeln in den Körper der Spongille zurück; die kürzeste Zeit der Retraction war eine Minute; sobald sie vollendet ist, erkennt man häufig die Stelle nicht mehr, an welcher der Fortsatz sich befand: so vollständig ist die Einziehung möglich. An manchen jungen Spongillen fand ich den röhrenförmigen Fortsatz nicht vor, sei es, dass er stets eingezogen oder nicht entwickelt war.

Auch die aus Schwärmsporen erzogenen Spongillen sah ich und zwar am fünften Tage nach ihrer Festsetzung Carminkörnchen in ihr Inneres aufnehmen. Die Aufnahme geschah durch eine kleine Oeffnung, welche sich in einiger Entfernung von dem röhrenförmigen Fortsatz befand. Die rothen Körnchen drangen mit grosser Geschwindigkeit in die vielen kugeligen Hohlräume ein, welche sich im Innern des Körpers vorfinden; aus der Oeffnung des röhrenförmigen Fortsatzes strömten gleichzeitig keine Carminkörnchen heraus, sondern erst nach Verlauf von drei Stunden zeigten sich die ersten bläulich

gefärbten Carminkörnchen in der ausströmenden Flüssigkeit und nach zwölf Stunden war gewöhnlich keine Spur von rother oder blauer Färbung im Innern der Spongille mehr wahrzunehmen.

Die Spongille nimmt nicht immer die Farbstoffe auf; ich habe es häufig vergeblich an demselben Exemplar versucht, welches sie Tags vorher sogleich aufnahm; die runde Oeffnung, durch welche die Substanzen aufgenommen wurden, ward nur während dieses Vorganges selbst gesehen.

Es muss dahin gestellt bleiben, ob bei der jungen Spongille die Retraction des röhrenförmigen Fortsatzes durch die Contractilität seiner Zellen oder der Umhüllungshaut oder beider zugleich bedingt wird.

Die Entwickelung der Spermatozoiden.

Neben den im ersten Hefte dieses Jahrganges pg. 17 beschriebenen von Spermatozoiden ganz erfüllten Kapseln kommen zuweilen Kapseln mit derselben Umhüllungsmembran vor, welche in ihrem Innern nur zum Theil sich lebhaft durch einander bewegende Spermatozoiden enthalten, zum andern Theil aber von Gebilden ausgefüllt sind, aus welchen die Spermatozoiden entstehen; diese Gebilde sind kugelig, oder eiförmig, oder doppelbrotförmig mit mehr oder weniger starker Einschnürung und übertreffen die Köpfchen der Spermatozoiden oft um das Zehnfache an Grösse; in ihrem Innern enthalten sie eine farblose durchsichtige Substanz, in der hier und da einzelne das Licht stark brechende äusserst feine Körnchen eingestreut sind, welche namentlich nahe unter der Oberfläche wahrgenommen werden; ein Kern wurde in ihnen nicht gefunden. Man erkennt diese Gebilde schon vollkommen deutlich durch die Schale der Kapsel hindurch. Drückt man sie aus der Kapsel heraus, so beginnen sie alsbald stumpfe Fortsätze ohne Körncheninhalt hervorzuschieben und zerfallen nach einiger Zeit im Wasser; die Kapseln dagegen erhalten sich noch lange. Andere jener Körperchen sind mehrfach eingeschnürt und ist an einzelnen abgeschnürten Stücken bereits der



Faden sichtbar; in wieder anderen weit kleineren besitzt jedes Kügelchen schon den Faden.

Neben diesen Kapseln mit theilweise fertigen Samenfäden finden sich andere, welche die kugeligen Körperchen ausschliesslich enthalten, und wieder andere, welche bloss eine gleichförmige innen feinkörnige Masse einschliesen; die starke Kapsel aber charakterisirt sie schon allein als zu den Spermatozoiden gehörig; Bewegungen zeigt keine dieser Kapseln.

Die Spermatozoidenkapseln in ihren verschiedenen Entwikkelungsstufen fanden sich in diesem Frühjahr häufig zusammen mit Keimkörnerconglomeraten und entwickelten Schwärmsporen an einem und demselben kleinen Stück Schwamm. Oft liegen zehn oder mehr Kapseln dicht neben einander und sind rings von der zelligen Schwammmasse eingehüllt; in anderen Fällen fanden sie sich zu zweien oder dreien neben einander, bisweilen auch vereinzelt zwischen der Schwammzellenmasse vor.

Die Samenkapseln lassen sich leicht von den mit Wimpern ausgekleideten Spongillenstücken, von denen oben die Rede war, unterscheiden: die weit kleineren Samenkörperchen bewegen sich schnell in dem Behälter umher, während die Wimpern an ein und derselben Stelle festsitzend hin- und herschwingen; charakteristisch ist ferner auch die starke Umhüllungshaut der Samenkapsel.

Die Entstehung der Schwärmsporen.

Es ist bisher noch Nichts darüber mitgetheilt worden, woher die Keimkörnerconglomerate stammen, aus denen, wie sogleich aus einander gesetzt werden wird, die Schwärmsporen entstehen. Die Keimkörnerconglomerate unterscheiden sich unter einander hauptsächlich durch ihre Grösse. Meistens sind sie so gross, dass man sie schon mit blossem Auge deutlich erkennt; in andern Fällen fand ich aber auch Exemplare, welche weit kleiner waren, indem sie etwa nur den dritten Theil des Durchmessers der grössern hatten; auch diese kleinen waren kugelig und enthielten Keimkörner und viel kleine das

Licht stark brechende Körnchen, welche sich gegen Säuren und Alkalien wie die Keimkörner verhalten. Diese kleinen Keimkörnerconglomerate zeigten nicht selten Bewegungserscheinungen in der Weise, dass ein durchsichtiger Fortsatz aus ihnen hervortrat und wieder verschwand. Ortsbewegungen fanden dabei nicht Statt; auch Stücke grösserer Keimkörnerglomerate zeigten bisweilen solche Bewegungen.

Einige Male kamen kleine Keimkörnerconglomerate vor, welche ausser den feinen Körnchen und den Keimkörnern noch etwas Anderes enthielten, nämlich einen Nucleus mit eingeschlossenem Nucleolus; der Nucleolus war im Verhältniss zum Nucleus weit grösser, als bei den gewöhnlichen Schwammzellen; der Durchmesser des ganzen Körperchens beträgt etwa $^1/_{16}$ Mm., der des Nucleus $^1/_{60}$ Mm., und der des Nucleolus $^1/_{110}$ Mm. Diese Grössenverhältnisse kommen bei den übrigen Zellen der Spongillen nicht vor. Man könnte daran denken, dass diese Körperchen Amöben sind, welche parasitisch in der Spongille vorkommen; dagegen spricht aber, dass sie stets nur Körnchen der Spongillen enthielten und niemals einen andern fremden Körper, und dass in keinem der angestellten Versuche die Farbstoffaufnahme gelang; dagegen spricht ferner, dass sie dieselbe leicht zerstörbare Umhüllungshaut besassen, wie die Keimkörnerconglomerate. Dieselben Körperchen, jedoch etwas kleiner, aber immer fast noch ein Mal so gross wie die gewöhnlichen Schwammzellen, fand ich vereinzelt in jedem der drei Winter vor, während deren ich die Spongillen untersucht habe; sie enthielten zu dieser Zeit keine Keimkörner, sondern nur feine stark das Licht brechende Körnchen neben dem charakteristischen Nucleolus und Nucleus. Auch an diesen Körpern bemerkt man nicht selten Bewegungserscheinungen, es bilden sich langsam durchsichtige stumpfe Fortsätze, welche oft wieder zurückgezogen und durch neue ersetzt werden; dies ist jedoch nichts Charakteristisches für dieselben: denn solche Bewegungen sind fast an allen Theilen der Spongillen wahrgenommen; es zeigen sie die gewöhnlichen Schwammzellen, abgerissene Stücke der Corticalsubstanz der Spore, die kugeligen Körperchen, aus denen die Spermato-

zoiden entstehen u. s. w. Lebenserscheinungen sind es mit Sicherheit nur bei den contractilen Zellen, so lange die Spongille noch unversehrt ist; zerreisst man die Spongille, so bewegen sich die Zellen zwar auch noch, hier können es aber bereits Vorgänge des Zerfallens sein, welche die Bewegungen veranlassen, welche Möglichkeit für alle die andern, eben angeführten Bewegungen vorliegt, so lange ein sicheres Unterscheidungsmerkmal für beide Arten der Bewegungen noch nicht existirt. Es steht nach alle dem bis jetzt Nichts entgegen, jene Körperchen für die Eier der Spongillen zu halten, welche durch die Spermatozoiden befruchtet werden und den Ursprung der Sporen bilden, indem das Keimbläschen verschwindet und die Körnchen zu Keimkörnern werden.

Die Entwickelung der Keimkörnerconglomerate zu Schwärmsporen wurde in der Weise beobachtet, dass ein etwa $^1/_4$ Zoll im Durchmesser messendes kugeliges Stück Schwamm, welches von einem grössern abgerissen war, in ein grosses mit algenhaltigem Wasser gefülltes Gefäss gelegt wurde. Das grosse Stück Schwamm enthielt die Keimkörnerconglomerate in bedeutender Anzahl, aber noch keine Schwärmsporen; es war Ende April, als diese Untersuchung vorgenommen wurde, also eine Zeit, in welcher überhaupt bis jetzt noch keine Schwärmsporen gefunden worden sind. An dem kleinen zur Entwickelung aufbewahrten Spongillenstücke sassen drei Keimkörnerconglomerate unmittelbar an der Oberfläche, und diese waren es, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet wurde. Als ich sie in den letzten Tagen des Mai untersuchte, waren sie auffallend verändert; während sie vordem kugelig erschienen, waren sie jetzt oval geworden und besassen eine helle und eine dunkele Hälfte, genau so, wie dies von den Schwärmsporen beschrieben ist; mit der Brücke schen Loupe liess sich dies vollkommen deutlich wahrnehmen. Als sie nun mit einer Nadel vorsichtig aus der Spongille herauspräparirt wurden, schwammen sie im Wasser umher und erwiesen sich als Schwärmsporen; bei starker Vergrösserung untersucht zeigten sie bereits das Wimperepitelium auf der Oberfläche und Kieselnadeln nebst Zellen im Innern des Körpers. Es ist hiermit

bewiesen, dass die Keimkörnerconglomerate sich zu Schwärmsporen entwickeln, dass es unbewimperte Embryonen sind.

Die unbewimperten Embryonen kommen oft an ein und demselben Spongillenstück an den verschiedensten Theilen desselben, an der Basis, im Innern und nahe an der Oberfläche mit den bewimperten zugleich vor. Bisweilen haben sie schon eine dickere Corticalsubstanz, während die Nadeln und Schwammzellen ihnen noch gänzlich fehlen.

Zur Entwickelungsgeschichte der Schwärmsporen habe ich noch folgende Beobachtungen nachzutragen. Es kommen öfters Schwärmsporen vor, welche schon ganz und gar mit Schwammzellen und Nadeln erfüllt sind und gar keine Keimkörner mehr enthalten. Bisweilen sind sie schon grün, namentlich in dem hintern Theile; die grüne Farbe rührt von den Körnchen der fertigen Schwammzellen her. Der stark Licht brechende Theil grenzt sich oft nur sehr unbestimmt gegen den schwach lichtbrechenden ab, und lässt sich die der Medullarmasse sonst eigenthümliche dünne Schleimschicht an ihm nicht mehr unterscheiden, während die Corticalsubstanz vollkommen deutlich ist.

Ich hatte Gelegenheit zu beobachten, wie sich eine solche Spore auf ein zufällig in der Flüssigkeit vorhandenes Haar festsetzte; die Wimpern waren nicht mehr wahrzunehmen, nur an einer Stelle der Oberfläche sassen noch einige Epitelialzellen ohne Wimperhaar. Es breitete sich zuerst die dickwandige Corticalsubstanz an einer kleinen Stelle auf das Haar aus; dies geschah so, dass zunächst ein Wenig durchsichtiger Substanz von dem äussersten Rande gleichsam abfloss und sich auf das Haar langsam ergoss, dann folgte mehr und mehr nach und bald traten auch einige Körnchen aus dem Innern der Spore in die ausgebreitete bis dahin ganz durchsichtige Substanz hinein; dabei hatte die Dicke der Wandung der Corticalsubstanz mehr und mehr abgenommen, während sie unmittelbar neben dem ausgebreiteten Theil ihre ursprüngliche Dicke beibehalten hatte; allmälig ergoss sich auch die übrige Corticalsubstanz und umschloss das

Haar ganz und gar, so dass es nur noch an seinen beiden Enden frei von Spongillensubstanz blieb.

Dieser Vorgang der Ausbreitung der Corticalsubstanz hat grosse Aehnlichkeit mit dem, welchen ich an *Actinophrys Sol* beobachtet habe.

Cohn hat bereits eine Conjugation bei *Actinophrys Sol* und Kölliker bei *Actinophrys Eichhornii* beschrieben; beide Forscher hatten nicht Gelegenheit zu beobachten, was aus den conjugirten Thieren wird; jedoch erwähnt Cohn, dass einmal sich die zusammengeflossenen Thiere nach einiger Zeit wieder getrennt hätten. In Brunnenwasser, in welchem ich Spongillen aufbewahrte, fand sich *Actinophrys Sol* in grossen Schaaren; diese Thiere hatten die Grösse von Ehrenbergs *Actinophrys Sol*, besassen eine weit hervortretende contractile Blase und verhielten sich, was die Aufnahme von fremden Substanzen, z. B. Infusorien betrifft, genau so, wie es Claparède beschrieben hat. Der Vorgang, den man mit dem Namen der Conjugation bezeichnet hat, ging nun wie nachfolgt vor sich: es näherten sich langsam zwei Exemplare einander, die Tentakeln des einen drangen allmälig in das Bereich der Tentakeln des andern, bald berührten sich auch ihre Körper und schliesslich waren letztere so mit einander verschmolzen, dass es schwer, aber doch noch möglich war, eine Grenze zwischen beiden Thieren zu finden; die contractilen Blasen beider contrahirten sich wie sonst. Zu diesem Paar bewegte sich nun nach einer Stunde ein anderes Paar heran. (Die Beobachtung wurde mit Hülfe eines kleinen Glasnapfes angestellt, in welchem sich eine grosse Anzahl von Actinophryen befand und in welchem das Treiben dieser Thiere auch mit stärkeren Vergrösserungen des Mikroskopes beobachtet werden konnte.) Das zweite Paar verwirrte seine Tentakeln mit denen des ersten Paares und allmälig gingen auch ihre Körper so zusammen, dass die vier Thiere nur ein Thier zu sein schienen; es war jedoch auch jetzt noch möglich, die Grenzen der einzelnen vier Körper zu erkennen. Einige Male sah ich auf diese Weise sechs Thiere in eines zusammenfliessen und die sechs nach aussen

stehenden contractilen Blasen derselben sich regelmässig weiter contrahiren. Die weitere Beobachtung der vier conjugirten Thiere zeigte, dass nach etwa drei Stunden, während welcher Zeit sie still an einer Stelle gelegen hatten, sich äusserst langsam ein Exemplar von den drei übrigen trennte; zuerst wurde die Grenze zwischen ihm und den anderen immer deutlicher, dann hing es noch durch eine breite Brücke von Substanz mit ihnen zusammen, diese wurde immer schmäler und schmäler, und als das Thier etwa um den doppelten Durchmesser seines eigenen Körpers von den übrigen entfernt war, riss diese Verbindung durch; in der Verbindungsbrücke selbst war es zu keiner Zeit möglich zu erkennen, was von ihr dem einen und was dem andern Individuum angehören mochte. Bald trennte sich ein zweites Exemplar ganz in derselben Weise von den übrigen los, und nach Verlauf von etwa sechs Stunden gingen auch die letzten zwei aus einander und blieben in einiger Entfernung von einander liegen. Einige Male beobachtete ich auch folgende eigenthümliche Erscheinung bei der Nahrungsaufnahme zweier conjugirter Thiere: ein *Glaucoma scintillans* gerieth in das Bereich ihrer Tentakeln; kaum war dies geschehen, so streckte jedes der beiden Thiere, deren Körpergrenzen noch erkannt werden konnten, einen kurzen Fortsatz aus, beide Fortsätze umflossen das Glaukom und zwar so, dass es aussah, als gehörten sie einem einzigen Thiere an; bald lag das Glaukom in dem Körper der Actinophryen und steckte schliesslich in dem Theile, wo sich die conjugirten Thiere begrenzten; hier wurde es nach drei Stunden zu einer ganz unkenntlichen Masse verwandelt

Nicht alle conjugirten Exemplare sah ich in der beschriebenen Weise wieder aus einander gehen. Einige Paare zogen allmälig sämmtliche Tentakeln ein; dabei bekam der Körper immer stärkere Contouren und die contractile Blase ragte nicht mehr in der gewöhnlichen Weise über die Körperoberfläche hervor. Die Körper der beiden Thiere trennten sich dabei mehr und mehr von einander und blieben schliesslich getrennt neben einander liegen. Nach Verlauf

von zwölf Stunden war jedes Exemplar von einer dicken Cyste eingeschlossen, welche auf ihrer Oberfläche unregelmässig gestreift war, eine Erscheinung, die jedenfalls von Faltungen der Cystenmembran herrührt. Ich zerdrückte nun vorsichtig eine solche Cyste und es trat die Actinophrys unversehrt hervor; sie sah aus wie eine Zelle mit einer dicken Membran, von der ein gleichmässig feinkörniger Inhalt eingeschlossen war; Bewegungen der contractilen Blase bemerkte ich an solchen Individuen bisher nicht. Die Actinophrys war in diesem Zustande als solche nicht mehr zu erkennen; als ich sie stark mit dem Deckglase drückte, trat der ganze körnige Inhalt hervor und die Corticalsubstanz blieb in Form einer festen Membran zurück. Letztere sah ich nicht im Wasser zerfliessen; einen Kern konnte ich in dem ausgedrückten Inhalt nicht entdecken.

Aus anderen Actinophryencysten kam die Actinophrys ohne Anwendung von Druck heraus; es platzte nämlich die Cyste an einer Stelle auf und äusserst langsam trat unter geringen Körpercontractionen die Actinophrys hervor; sie hatte noch ganz das Ansehn einer Zelle mit einer dicken Membran, nur an einer Stelle war eine geringe Auftreibung, die rhythmisch verschwand. An einer andern Stelle floss langsam von der äussersten Begrenzung der Corticalsubstanz des Thieres ein feiner Streifen von Substanz ab, der ganz durchsichtig und frei von allen Körnchen war; unmittelbar daneben floss bald ein zweiter Faden hervor; dabei bemerkte man schon, dass die Hülle des Thieres an dieser Stelle dünner wurde und die doppelten Contouren hier verschwanden, während dieselben an den übrigen Theilen des Körpers noch vorhanden waren. Bald traten auch an anderen Stellen noch Tentakeln hervor und endlich traten auch Körnchen aus dem Innern des Thieres in die Tentakeln hinein und die Actinophrys gewann ihr gewöhnliches Ansehn.

Nicht immer setzen sich die Schwärmsporen zur Entwikkelung fest. Es kam mehrere Male vor, dass sie nach dem Verschwinden der Wimpern sich auf der Oberfläche des Wassers ausbreiteten, so dass sie scheibenförmig wurden und sich

weiter entwickelten; der Rand des Körpers war durchsichtig und die Nadeln lagen fast sämmtlich unmittelbar unter der Oberfläche desselben.

Aus Schwärmsporen entwickelte junge Spongillen finden sich häufig auf alten Nadelgerüsten und den verschiedenartigsten Gegenständen im Wasser vor, z. B. auf Schneckengehäusen, auf den Hülsen von Phryganealarven, auf Steinen u. s. w. Zur Unterscheidung einer aus einer Schwärmspore entwickelten und einer aus einer *Gemmula* ausgekrochenen Spongille mag hier Folgendes bemerkt werden. So lange die Meyenschen Ballen sich noch nicht getheilt haben oder so lange sie noch doppelte Kerne besitzen, ist der Unterschied leicht festzustellen, weil diese Ballen weit grösser sind, als die jungen Zellen der Schwärmspore; wenn hingegen die Zellentheilung schon vor sich gegangen ist, so lassen sich nach den bisherigen Beobachtungen nur dann beide noch unterscheiden, wenn die der Spore eigenthümlichen Keimkörner noch nicht sämmtlich zerfallen sind: in den Meyenschen Ballen findet man zwar auch grössere kugelige Stücke von stark lichtbrechender Substanz, diese bestehen aber aus dicht an einander gelagerten Körnchen, welche man durch Druck auf das Deckglas von einander trennen kann. Die aus den Gemmulis stammenden Spongillen sind auch mit einer der zerflossenen Corticalsubstanz der Spore möglicher Weise entsprechenden Umhüllungsschicht umgeben, welche sich in die röhrenförmigen Fortsätze verlängert, und zwischen welcher und der inneren Zellenmasse man oft die auszuwerfenden Körnchen nach den Fortsätzen hingleiten sieht. Die Nadelbildung zeigt ebenfalls nichts Specifisches; in den aus Gemmulis hervorgegangenen Exemplaren findet man dieselben Neubildungen wie in den Schwärmsporen, nämlich äusserst kleine Kieselkugeln, feine Nadeln mit einer oder mehreren kugeligen Anschwellungen, sehr kleine glatte und höckerige Nadeln ohne kugelige Anschwellung. Bei denjenigen Species, welche durchweg höckerige Nadeln besitzen, finden sich höckerige Nadeln auch bereits fast ausschliesslich in den Schwärmsporen vor. An älteren Spongillen entdeckte

ich diese Art der Neubildungen bisher nicht; an solchen fand ich Folgendes, was möglicher Weise hierher gehört: es steckte zwischen dem Nucleus nnd der Membran nahezu aller Zellen einer grossen Masse von Spongillen ein stäbchenförmiges Körperchen, welches meist seiner ganzen Länge nach gleich dick und an seinen Enden niemals zugespitzt war; seine Länge war etwa gleich dem Durchmesser des Nucleus oder betrug etwas mehr. Bei den amöbenartigen Bewegungen der Zellen wurden die Stäbchen hin und her geschoben. Wenn man die Zellenmasse zerquetschte, so erhielt man die Stäbchen frei und unversehrt; bisweilen hing etwas sarcoide Substanz an ihnen; Charaktere eines Krystalles zeigten sie nicht. Sie lösten sich weder in kalter concentrirter Kalilauge, noch in concentrirter Schwefelsäure und waren feuerbeständig; einige Exemplare waren darunter, welche darauf hindeuten, dass es sich hier vielleicht nm die Bildung neuer Spicula handelt; sie hatten nämlich in der Mitte eine kugelige Anschwellung, welche gleichfalls durch die genannten Reagentien nicht zerstörbar war, während zufällige Anhängsel von Zellenmasse durch dieselben aufgelöst wurden.

Ueber die Arten der Spongillen.

Es finden sich in den neueren Werken zwei Arten von Spongillen aufgeführt (A History of British Sponges and Lithophytes by George Johnston pg. 159): *Spongilla fluviatilis* und *Spongilla lacustris*, denen Ehrenberg noch eine dritte Art, *Spongilla erinaceus*, hinzugefügt hat. *Spongilla fluviatilis* wird folgendermaassen beschrieben: „soft, brittle, and slenderly fibrons, when dry; spicula slightly curved, linear and sharp pointed at both ends.“ *Spongilla lacustris:* „hard, brittle, and coarsely fibrous; spicula linear and doubly pointed.“

Spongilla erinaceus zeichnet sich durch Nadeln aus, welche auf ihrer Oberfläche mit kleinen Stacheln versehen sind.

Spongilla fluviatilis und *lacustris* unterscheiden sich nach dem Obigen hauptsächlich nur dadurch, dass jene weich, diese hart ist, dass erstere etwas gekrümmte Nadeln hat, was bei letzterer nicht angegeben wird. Etwas gekrümmte

Nadeln fand ich bisweilen auch bei harten und gar nicht gekrümmte bei weichen Spongillen. Dies Unterscheidungsmerkmal ist daher nicht durchgreifend. Es bleibt mithin nur das eine übrig: die Härte und die Weichheit, ein Merkmal, welches eigentlich schon von Ehrenberg aufgegeben ist, da *Spongilla erinaceus* hart ist und somit unter *Spongilla lacustris* fallen würde. Die Form der Kieselnadeln, welche Ehrenberg zur Aufstellung seiner Art verwendet, ist jedenfalls ein durchgreifenderer Charakter.

Es giebt aber in der Spree bei Berlin zwei Formen von lebenden Spongillen mit höckerigen Nadeln: die eine hat grössere Höcker oder Stacheln und die Spongille ist schwieriger zerreissbar; die andere Nadelform hat kleinere Höcker und die Spongille setzt beim Zerreissen einen weit geringern Widerstand entgegen. Was diese beiden Spongillen auf das Bestimmteste von einander unterscheidet, ist die Beschaffenheit ihrer Gemmulae: die der erstern Art sind nämlich auf ihrer Oberfläche von Amphidisken besetzt, deren Ränder nicht gezackt sind (cf. Tab. XV. Fig. 31); die Amphidisken der zweiten Art sind hingegen die bekannten mit gezackten Rändern (cf. Tab. XV. Fig. 30). Die erstere Art ist *Spongilla erinaceus;* die zweite Form, welche in der Spree bei Berlin weit häufiger vorkommt, lässt sich zu einer neuen Art erheben; ich würde für diese den Namen *Spongilla Mülleri* vorschlagen.

Eine dritte Art wäre die, welche die gewöhnlichen glatten, an beiden Enden zugespitzten Nadeln und Gemmulae mit den gewöhnlichen gezackten Amphidisken besitzt. Sie ist sehr gemein und mag *Spongilla fluviatilis* heissen.

Eine vierte Art, welche meist sehr hart ist, wäre die, welche glatte Nadeln und Gemmulae mit Schalen ohne alle Amphidisken besitzt; einzelne Schalen sind hier und da mit weniger rauhen etwas gekrümmten Nadeln belegt. Die grössere Härte dieses häufig verästelten Schwammes rührt namentlich davon her, dass das structurlose Gewebe, in welches die Nadeln eingefügt sind und welches bei dem Badeschwamm, *Spongia officinalis*, ausschliesslich ohne alle Nadeln

das Gerüst bildet, dass dieses Gewebe ungewöhnlich stark entwickelt ist. Dies Art mag *Spongilla lacustris* heissen.

Eine fünfte Art könnten diejenigen Spongillen bilden, deren Gerüste glatte Nadeln haben und deren Gemmulae auf ihrer Oberfläche mit höckerigen Nadeln besetzt sind. Um diese fünfte Art mit Sicherheit festzustellen, wäre jedoch noch nothwendig, nachzuweisen, dass die höckerigen eigenthümlich geformten Nadeln oder Belagsnadeln wirklich auf der Schale der Gemmula, wie die Amphidisken, entstanden sind.

Schliesslich führe ich hier noch einige der Ansichten an, welche über die Natur der Schwämme aufgestellt worden sind, und zwar die von Perty und Dujardin. Perty (Zur Kenntniss kleinster Lebensformen in der Schweiz, pg. 185) nimmt an, dass die Spongillen Haufen von Rhizopoden sind, welche sich die Nadelgerüste selbst erzeugen, und zwar ist jede einzelne Schwammzelle ein Rhizopode. Die bewimperten Körperchen, welche in den Schwämmen vorkommen, hält Perty nicht für Theile der Spongillen, sondern für etwas nicht hierher Gehörendes, zufällig Ansitzendes. Aber wenn auch die Wimperapparate hierher gehören, so lässt sich doch die Ansicht Pertys wohl noch aufrecht erhalten: man könnte dieselben dann als Vorrichtungen ansehen, welche den Rhizopoden Nahrungsstoffe u. s. w. zuführen und das Ausgeschiedene wieder entfernen. Die Entwickelungsgeschichte würde für diese Anschauungsweise so darzustellen sein: einzelne der Rhizopoden verwandeln sich in Samenkapseln, in denen die Spermatozoiden entstehen; aus anderen werden durch Wachsthum und Verwandlung die Schwärmsporen, in denen wieder neue Rhizopoden entstehen; die grosse Mehrzahl der Rhizopoden hat an der Fortpflanzung keinen Antheil.

Was bis jetzt von der Entwickelungsgeschichte entschiedener Rhizopoden mitgetheilt ist, spricht nicht für diese Auffassung; ich erinnere an die Mittheilungen von Max Schultze über die Polythalamien (Müllers Archiv, Jahrgang 1856 pg. 165), und an die meinigen (Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Aprilheft 1856) über die Entste-

hnng der Thierchen, welche sich wie Amöben verhalten, indem sie lichte Fortsätze bilden, in die wie in einen Bruchsack die Leibesmasse des Thieres mit ihren Körnchen hineingedrängt wird.

Dujardin sagt (Histoire naturelle des Zoophytes pg. 306): „On ne pent sans doute penser qne les éponges soient des amas d'Infusoires intermédiaires entre les Amibes et les Monades; tont, au contraire, tend à pronver qn'il y a dans ces êtres une vie commnne." Nach dieser Anffassung würden die vorhandenen Thatsachen in folgender Weise zu ordnen sein: die Schwärmspore nnd ebenso die daraus hervorgehende Spongille ist keine Colonie, sondern ein Individnnm, nnd zwar ein Thier, welches sich äusserst träge mittels einer Art von Pseudopodien bewegt; die contractilen Zellen vertreten vornehmlich die Muskeln nnd verhalten sich gegen mechanische, chemische und elektrische Reize anders, wie die Muskeln anderer Thiere. Eine entwickelte Spongille hat mindestens eine Oeffnnng, in die feste und flüssige Substanz eingeführt, und einen röhrenförmigen Fortsatz, aus welchem Substanzen ausgeworfen werden können. Im Innern des Körpers befinden sich Wimpern, welche Höhlungen anskleiden, die möglicher Weise Abtheilungen eines ununterbrochenen darmähnlichen Rohrs sind. Die Fortpflanzung geschieht durch Spermatozoiden nnd Eier.

Hiernach können die Spongillen nicht mit den Amöben, Arcellen u. s. w. in eine Gruppe gestellt werden.

Die zuletzt dargestellte Ansicht über die Natur der Spongillen steht jedenfalls nngleich mehr im Einklang mit den sonst bekannten Thatsachen der Entwickelungsgeschichte.

Die hauptsächlicheren Resultate der in der vorstehenden und in den früheren Arbeiten mitgetheilten Untersuchnngen über die Spongillen sind folgende:

die Embryonen der Spongillen sind mit einem Wimperepitelium auf ihrer ganzen Oberfläche bedeckt:

diese Embryonen gehen aus den sogenannten Keimkörnerconglomeraten hervor;

wenn die bewimperten Embryonen sich festsetzen, nehmen sie die Gestalt der ausgebildeten Spongille an;

die contractilen Zellen der letztern bilden sich nach dem Zerfall der Keimkörner theils schon in dem bewimperten Embryo, theils erst nach dem Verschwinden der Wimpern; es ist dies eine sogenannte Generatio aeqnivoca der Zellen oder eine extracellulare Zellenbildung;

die Kieselnadeln entstehen innerhalb der Zellen; das hornartige Gewebe der Gerüste nnd der Gemmulaschalen ist ein Ausscheidungsproduct der Zellen;

die junge Spongille erhält bald nach der Festsetzung des Embryo einen röhrenförmigen Fortsatz mit einer verschliessbaren Oeffnung, aus welcher in einem Flüssigkeitsstrome feste Substanzen ausgeworfen werden; ausserdem findet sich mindestens eine Stelle, durch welche fremde Substanzen zeitweise aufgenommen werden; im Uebrigen ist der Körper der jungen Spongille überall geschlossen;

in den ausgebildeten Spongillen kommen Wimperzellen vor;

die Nadelgerüste sind kein inneres Skelet der Spongille, sondern ein Gerüst, welches sie unter Umständen verlassen kann; letzteres findet häufig statt, bevor die Spongille abstirbt, ferner bei der Bildung der Gemmulae;

die Gemmulae sind keine Eier, sondern eine Art von Cysten oder Gehäusen, aus denen dieselben Wesen durch den Porus wieder auskriechen, welche sie gebildet haben. Sogleich nach dem Auskriechen und auch schon unmittelbar vor demselben findet Zellentheilung und Bildung neuer Nadeln statt. Die ausgekrochenen Spongillen bekommen später röhrenförmige Fortsätze. Entweder setzen sie sich nach dem Auskriechen auf dem Gerüst fest, in welchem die sie einschliessenden Gemmulae steckten, und leben alsdann in Colonien auf demselben, oder es baut sich ein jedes Exemplar auf demselben ein neues Gerüst, wenn die Gemmula beim Auskriechen ihres Bewohners sich nicht mehr auf einem Gerüst befand;

die als Eier betrachteten Körperchen der Spongillen haben neben Keimkörnern eine Keimblase und einen Keimfleck, welche sich in den gewöhnlichen Keimkörnerconglomeraten nicht vorfinden;

die als Spermatozoiden angesehenen Gebilde entwickeln sich in unbeweglichen Kapseln und weichen in ihren Haupteigenschaften nicht von den Spermatozoiden vieler Thiere ab.

Erklärung der Figuren.

Fig. 8. Spongille mit einem röhrenförmigen Fortsatz. 30 Mal vergrössert.

Fig. 9. Wimperzelle. 550 Mal vergr.

Fig. 10. Samenkapsel.

Fig. 11—17. Entwickelungsstufen der Spermatozoiden.

Fig. 18. Das Ei mit Keimkörnern und einem Keimbläschen.

Beobachtungen aus der Entwickelungsgeschichte der Pteropoden, Heteropoden und Echinodermen.

Von

Dr. A. Krohn.

(Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.)

Funchal, den 1. Juni 1856.

Nach einer Abwesenheit von acht Monaten, von denen ich Mai und April in Sta. Cruz auf Teneriffa zubrachte, trete ich in wenigen Tagen die Rückreise nach Europa an. Der nächste Anlass dazu ist die bevorstehende Zusammenkunft mit nahen Verwandten, die ich seit Jahren nicht gesehen. Es ist mir sehr angenehm, Ihnen noch vor meiner Abreise eine gedrängte Zusammenstellung meiner Beobachtungen mit dem spätestens morgen von Brasilien hier eintreffenden, nach England abgehenden Dampfschiffe zusenden zu können.

Nach meinen bisherigen, freilich nur auf eine beschränkte Lokalität sich beziehenden Erfahrungen, ist das Meer um Madeira nicht reich an niederen Seethieren. Es hängt dies mit der Conformation des Littorals zusammen, das meistens schroff und steil sich ins Meer hinabsenkt, und bei den oft heftigen Brandungen weder den Seepflanzen noch den in ihrer Lebensweise auf die Küsten angewiesenen Thieren einen sichern Stand- oder Wohnort gewährt. Daher die Armuth und zum Theil der fast gänzliche Mangel an Ammenstöcken von Medusen, an Polypen, Echinodermen, Bryozoën, Anneliden, Ascidien, Gastropoden. Aber auch die pelagischen Thierarten scheinen die unmittelbare Nähe der Insel zu fliehen; wenigstens sind mir auf meinen Excursionen nur äusserst selten ausgewachsene Individuen dieser Arten begegnet.

Dagegen ist die Ausbeute an jungen in der Entwickelung begriffenen Thieren um so ergiebiger. Das Studium derselben hat mich denn fast ausschliesslich beschäftigt, und theile ich Ihnen nun zunächst die Resultate meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Pteropoden und Heteropoden mit.

Ihre Ansicht über die Entwickelung der Flossen bei den Hyaleaceen, namentlich *Creseis*, habe ich vollkommen bestätigen können. Das Wimpersegel betheiligt sich nicht im mindesten an der Bildung der Flossen, es geht, sobald diese ihre völlige Ausbildung erreicht haben, spurlos ein. Die Flossen entstehen zu Seiten der bereits verbreiterten und verflachten Basis des sogenannten Fusses oder des künftigen Mitellappens, sind aber, wenngleich nicht aus dem Fusse hervorgegangen, doch schon gleich anfangs in späterer Weise mit ihm verschmolzen. Je stärker nun die Flossen heranwachsen, desto mehr schwindet die Entfernung zwischen ihnen und dem Munde, bis sie diesen zuletzt zwischen sich aufnehmen oder umwachsen, während der fortsatzartig ausgezogene Theil des Fusses sich allmälig verliert und letzterer zum Mittellappen sich umgestaltet. Dies Ergebniss wurde an vier Creseisarten, worunter auch *Cres. acicula*, gewonnen. Auf ganz ähnliche Weise entwickeln sich die Flossen auch bei den Arten der Gattung *Spirialis.*

Die Cymbulien sind im Larvenzustande mit einer provisorischen, von der spätern gänzlich abweichenden Schale versehen. Diese Larvenschale ist hart, kalkig, brüchig und besitzt etwa zwei Windungen. Die Flossen entstehen und bilden sich ganz in der Weise wie bei den Hyaleaceen aus. Das Velum der ausgebildeten Larven ist ansehnlich, beiderseits in zwei breite Wimpel ausgezogen. Der Fuss oder künftige Mittellappen trägt einen Deckel zum Verschluss der Schalenmündung und läuft in einen über der letztern vorragenden, cylindrischen und beweglichen Fortsatz aus. Dieser Fortsatz ist nichts Anderes, als die Anlage des bekannten fadendünnen Anhanges, den man bei den ausgewachsenen Cymbulien vom freien Ende des Mittellappens entspringen sieht. Die Schale und der Deckel werden entweder zur Zeit,

wo das Velum auf ein Minimum reducirt ist, oder doch bald nach dem gänzlichen Schwinden desselben abgeworfen. Anf der Rückseite des jungen von der Schale befreiten Thieres unterscheidet man den die Eingeweide bedeckenden Mantel, an dem, selbst am dritten Tage nach der Umwandlung, noch nicht die mindeste Andentnng der künftigen bleibenden Schale zu entdecken ist. Letztere mnss sich erst viel später bilden, da ich sie sogar an älteren, mit dem Netz eingefangenen Cymbulien, die nach den ausgespannten Flossen 2 bis $2^{1}/_{4}'''$ betrugen, noch ganz vermisste. Die Cymbulien, über deren Larve und Metamorphose ich so eben berichtet, belaufen sich auf drei Arten. Die eine, die als Larve eine etwas abweichende Schale besitzt, zeichnet sich durch die Anwesenheit von sehr regelmässig angeordneten Chromatophoren anf den Flossen aus. Diese sind nämlich zu fünf strahlenförmig gegen den Flossenrand sich erstreckenden Streifen angesammelt. Es mag diese Species vielleicht identisch mit *C. radiata* Quoy et Gaim. sein. Eine zweite Art ist ohne Chromatophoren, hat aber das Ende des Mittellappenanhanges röthlich gefärbt, wie z. B. *C. quadripunctata* Gegenb. Bei dieser entstehen die Zungenzähne und Kieferplatten schon während der Larvenperiode. Die beiden andern hingegen verlassen die Schale ohne irgend eine Spnr dieser Bewaffnung aufznweisen. — Nach dem eben Mitgetheilten kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass anch *Tiedemannia* im Larvenzustande mit einer vergänglichen Schale versehen sei, obwohl letztere — wie die Beobachtungen von Gegenbaur lehren — während der ersten Tage nach dem Ansschlüpfen der Jungen ans der Eierschnnr noch nicht wahrnehmbar ist.

In Betreff der Clioideen muss ich znnächst hervorheben, dass die scharfsinnige Vermuthung von Gegenbanr, nach welcher den Repräsentanten dieser Familie, in der frühesten Entwickelnngszeit, ein Wimpersegel nnd eine Schale znkommen dürften, sich vollkommen bestätigt hat. Dies interessante Factum wurde an zwei Arten von *Pneumodermon*, so wie auch an der von Ihnen bei Messina in einem vorgerückteren Larvenstadium angetroffenen *Clio* erttelmit. Das Ve-

lum der beiden Pneumodermonlarven ist von sehr ansehnlichem Umfang und besteht aus zwei einfachen, scheibenförmigen Lappen. Die Schale kommt gar sehr mit der der Creseislarven überein, ist bei der einen Species lang und quergeringelt, bei der andern kürzer und fein quergestreift. Das Endstück beider Schalen (das ursprüngliche um den Embryo abgelagerte Schalenrudiment) ist durch kuppelförmige Rundung scharf gegen den übrigen Theil abgesetzt. Die beiden Velumlappen der Cliolarve sind verhältnissmässig kleiner, die nach einem ähnlichen Muster wie bei *Pneumodermon* geformte Schale von sehr untersetzter Statur. An sämmtlichen drei Larven bilden sich die Wimperkränze noch vor Ablauf der ersten Entwickelungsperiode, d.h vor dem Ablösen der Schale und dem Eingehen des Wimpersegels, aus; wenigstens kann ich das Gesagte für den hintern und mittlern Wimperkranz verbürgen, während der vordere in Wahrheit erst unmittelbar nachher deutlich ausgewirkt erscheint. Indess muss ich sogleich bemerken, dass das Kopfsegel beim Uebergange in die zweite Entwickelungsperiode sehr rasch schwindet, ohne sich in irgend einer Weise an der Bildung jenes Kranzes zu betheiligen. In der ersten Periode entsteht auch der sogenannte Fuss mit seinem zungenförmigen Anhange, so wie auch gegen das Ende derselben die Zungenarmatur und die Häkchen der beiden Nebensäcke schon ziemlich ausgebildet erscheinen. Dagegen sind die Saugnäpfe zu dieser Zeit noch nicht angelegt, wie denn auch der Cliolarve die vier mit Papillen besetzten Arme noch ganz abgehen. Von *Clio* muss ich noch besonders anführen, dass die beiden Hörblasen anfangs von gleicher Grösse sind und nur einen einzigen Otolithen enthalten, dass aber die linke bald, und zwar noch während der ersten Periode, ein übermässiges Uebergewicht über die rechte erlangt und mit zahlreichern Otolithen sich füllt. Die erste Anlage der Flossen habe ich nur bei der Pneumodermonlarve, welche die geringelte Schale besitzt, unterscheiden können. Es war etwa am Anfang des zweiten Tages nach dem Abwerfen der Schale. Die Flossen entstehen als durchaus selbstständige Gebilde, zu den Seiten



des zungenförmigen Anhanges des Fusses, also entfernt von dem vordern Wimperkranze, der erst dicht vor dem hufeisenförmig gekrümmten Theile jenes Organs, den Leib umgürtet und schon deshalb in keiner genetischen Beziehung zu den Flossen stehen kann. Dieselbe Lage der Flossenrudimente, bei gleichzeitiger Integrität des vordern Cilienkranzes, finde ich auch an einer andern, seit einiger Zeit hier häufig anzutreffenden Pneumodermonlarve.

Die beiden von Gegenbaur beschriebenen Pneumodermonlarven (Tab. V. Fig. 16 u. 17), in welchen dieser Forscher schon ganz richtig zwei verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Art vermuthet, habe ich ebenfalls zu beobachten Gelegenheit gehabt. Auch diese Art besitzt in der frühesten Entwickelungszeit eine deutliche Schale, die aber sehr frühzeitig, und wie es scheint noch vor dem Erscheinen der Wimperkränze abgeworfen wird. Diese Species zeichnet sich also ganz besonders durch die längere Persistenz des nicht minder mächtig wie bei den anderen Arten entwickelten Velums aus. Die creseisähnliche Schale ist quergestreift und gegen die Mündung hin, wie etwa die Krempe an einem Hute, nach aussen umgebogen. Ob sich kurz vor oder nach dem Schwinden des Velums noch ein dritter Wimperreifen zu den bereits vorhandenen hinzugesellt, muss ich unentschieden lassen.

Die Larven der *Atlanten* besitzen, wie Gegenbaur bereits nachgewiesen, ein ansehnliches Wimpersegel, dessen beide Lappen in drei Wimpel ausgezogen sind. Diese Gestalt erhält das Segel erst nach und nach, indem die beiden Lappen anfangs noch ganz scheibenförmig sind. Später strekken sich diese in die Länge und zerfallen durch eine Einbucht, die immer tiefer wird, in zwei Wimpel. Erst zuletzt kommt das dritte Wimpel (es ist das hinterste) hinzu. Bei Larven, deren Velumlappen erst in zwei Wimpel getheilt sind, ist, allem Anscheine nach, noch keine Andeutung des künftigen Kielfusses oder der Flosse zu erkennen. Dagegen unterscheidet man zu dieser Zeit, wie auch in den frühesten Stadien, sogleich einen schon von Gegenbaur bei älteren

Larven gesehenen Fortsatz, der von der Bauchseite abgeht, uud an seinem breiten, blattartig verflachten Ende mit einem Deckel zum Verschluss der Schalenmündung versehen ist. Der untere oder hintere Theil dieses Fortsatzes entspricht offenbar dem sogenannten Fusse der Pteropoden- und Gastropodenlarven und wird zu dem hintern Leibesstücke oder dem Schwanze im ausgebildeten Thiere, während aus dem obern oder vordern Theile desselben die Flosse hervorwächst. Die erste deutliche Anlage der Flosse bemerkt man bei Larven, deren Segel zwar noch nicht ganz den spätern Umfang, aber doch schon die Wimpel vollzählig hat. Sie erscheint unter der Form eines niedrigen, von den Seiten comprimirten Vorsprunges mit abgerundetem Ende. Der Vorsprung erhebt sich nun immer stärker, wird zugleich immer flacher, und bald lässt sich an seiner Basis auch der verhältnissmässig ansehnliche Saugnapf unterscheiden. Noch vor dem völligen Eingehen des Segels erscheint die Flosse schon vollkommen ausgebildet.

Was die *Firoliden* anlangt, so ist es mir geglückt, die Entwickelung und Ausbildung zweier Arten, von welchen die eine der Gattung *Firoloides* angehört, die andere höchst wahrscheinlich eine *Pterotrachea* ist, zu verfolgen. Die Firoloidesart zeichnet sich besonders dadurch aus, dass den Weibchen ausser dem Saugnapfe auch die Fühler fehlen. Die ausgebildete Larve besitzt eine gewundene Schale mit etwa zwei Touren, und ein mächtiges Wimpersegel, dessen beide Hälften aus zwei sehr langen, schmalen Wimpeln bestehen, welche dem ganzen Organe im ausgespannten Zustande die Form eines Andreaskreuzes verleihen. Die erste Anlage der Flosse erscheint schon sehr früh, zu einer Zeit, wo die Velumhälften noch klein und noch ganz scheibenförmig sind. Sie hat die Gestalt eines sehr kurzen cylindrischen Fortsatzes mit abgerundetem flimmernden Ende, der auf der Bauchseite der Larve, dicht vor dem sogenannten mit dem Deckel versehenen Fusse wahrzunehmen ist. Dieser Fortsatz wächst nun, mit Beibehaltung seiner ursprünglichen Gestalt, zu einer bedeutenden Länge heran und zeichnet sich schon früh durch

seine grosse Beweglichkeit aus. Vorzüglich auffallend sind seine fortwährenden Krümmungen nach allen Richtungen hin. Seine Umwandlung in die Flosse erfolgt gegen das Ende des Larvenlebens. Zu dieser Zeit beginnt er nämlich sich zu verbreitern und zu verflachen, und zwar geht dieser Prozess von dem festsitzenden Ende oder der Basis aus und schreitet successive gegen das freie Ende hin fort. Vollkommen ausgebildet zeigt sich die Flosse erst einige Zeit nach dem Ausschlüpfen des Thieres aus der Schale, aber auffallender Weise fehlt dann noch der Saugnapf. Seine Bildung muss in eine verhältnissmässig späte Lebensperiode fallen, da ich selbst an aus den Larven gezogenen Männchen, die noch längere Zeit fortlebten und sichtlich heranwuchsen, nicht die geringste Andeutung desselben zu entdecken vermochte. Nicht minder interessant sind die Erscheinungen, die der Fuss darbietet, sowie die Veränderungen, die er unmittelbar nach dem Abwerfen der Schale und dem Eingehen des Segels erfährt. Bei den reifen Larven nimmt man nämlich mitten auf der von dem Deckel abgewendeten Fläche des Fusses einen kurzen zapfenförmigen, in eine sanft abgerundete Spitze auslaufenden Fortsatz wahr, dessen Oberfläche an einer beschränkten Stelle von einer dunkeln Pigmentablagerung, in Form eines Ringes, umfasst ist. Dieser Fortsatz ist die Anlage des bekannten contractilen Schwanzanhanges oder Fadens. Er wächst schon bald nach der Metamorphose zu einer bedeutenden Länge aus. Aus dem eben Vorausgeschickten lässt sich nun das Schicksal des Fusses leicht errathen. In der That wandelt er sich bald nach dem Ausschlüpfen des Thieres aus der Schale und dem Ablösen des Deckels in das hintere Leibesstück oder den Schwanz um.

Die reifen Larven der muthmasslich zu *Pterotrachea* gehörenden Art weichen im Wesentlichen nur durch die Schale von denen der *Firoloides* ab. Die Schale unterscheidet sich vorzüglich dadurch, dass die letzte Windung statt bis zur Mündung hin der ersten Windung dicht anzuliegen, grösstentheils frei von der letztern absteht. Die Umwandlung der ursprünglich cylindrischen Flossenanlage in die bleibende

Form geht ganz auf die oben erwähnte Weise vor sich, und zeigt sich die Uebereinstimmung auch darin, dass es bei dieser Art während der Entwickelungsperiode ebenso wenig zur Bildnng des Saugnapfes kommt. So wandelt sich anch der Fuss in den Schwanz um; aber merkwürdigerweise ist an diesem Leibestheile, welcher nicht nur länger als bei den jungen *Firoloides* erscheint, sondern anch allmälig verjüngt in einer abgerundeten Spitze endigt, keine Spur von dem contractilen Anhange zu entdecken. Die grössere Länge des Schwanzes und seine abweichende Form sind nun die Hauptgründe, die mich bestimmen, die Art von einer *Pterotrachea* herzuleiten.

Schliesslich erwähne ich noch einer, obwohl nicht häufig eingefangenen Heteropodenlarve, die in Bezug auf das Segel, die Flossenanlage und den Fuss mit den beiden eben erwähnten Arten sehr übereinstimmt, und nur durch die zierlich quer gerippte, äusserst zarte und zerbrechliche Schale sich unterscheidet. Ich möchte nach dieser Beschaffenheit der Schale vermuthen, dass die Larve von *Carinaria* abstammt.

Was die Echinodermen betrifft, so hoffe ich Ihnen recht bald das Nähere über zwei neue Echinidenlarven, so wie über die eigenthümliche Entwickelung zweier Ophiuren mitzutheilen. Bei den Echinidenlarven kommt es nicht zur Entwickelung der dorsalen Seitenfortsätze und eben so wenig zur völligen Ausbildung der Nebenfortsätze des Mundgestelles, wogegen die mit Gitterstäben versehenen Markisenarme eine enorme Länge (jeder etwa $5^1/_2'''$) erreichen und sich schon früh ganz wagerecht stellen. Die Entwickelung der beiden Ophiuren scheint zunächst mit der des Sterns, der aus der wurmförmigen Asterienlarve hervorgeht, verwandt. Die auf einer embryonalen Stufe verbleibenden Larven zeigen aber zu keiner Zeit jene auffallende Gliederung, die der letztern eigen, während die Sterne aller drei Arten mit einander sehr übereinstimmen. Auch scheinen Sie in Ihrer Schrift über den Bau der Echinodermen schon selbst anzudeuten, dass der Stern der wurmförmigen Asterienlarve leicht eine Ophiure sein könnte.

Erörterungen zur Hämodynamik

mit Beziehung

auf die neuesten Untersuchungen von Donders.

Von

A. W. Volkmann.

Als ich im Jahre 1850 meine Hämodynamik veröffentlichte, war das Werk von Helmholtz über die Erhaltung der Kraft zwar schon erschienen, aber für Andere als Mathematiker vom Fache noch nicht zugänglich. Ist nun durch die Arbeit des berühmten Physikers die Natur der Kräfte in vielen Beziehungen klarer geworden, so habe ich leider den Vortheil dieser Klarheit entbehren müssen. In meiner Hämodynamik wird dies merkbar, wo das Verhältniss des Druckes zur lebendigen Kraft in Frage kommt, ein Verhältniss, welches ich erst später durch Ficks Abhandlung über die thierische Wärme kennen lernte. Diese Unbekanntschaft mit einem fruchtbaren Erklärungsprinzipe hat mich mehrfach verhindert, den Zusammenhang der Erscheinungen, mit denen ich zu thun hatte, richtig aufzufassen, wie Donders in diesem Archiv pg. 433 nachgewiesen hat.

So gern ich meinem geehrten Kritiker einräume, dass er einen Mangel meiner Arbeit richtig erkannt, so kann ich doch nicht zugeben, dass er den Einfluss, den derselbe auf meine Untersuchungen hatte, sachgemäss darstellt. Dies der Grund meiner nachstehenden Entgegnung.

Donders rügt, dass ich den Druck, welchen durch Röhren strömende Flüssigkeiten ausüben, allgemein gleich dem Widerstande setze, welchen dieselben von dem Punkte aus, wo der Druck gemessen wurde, noch vor sich und demnach

zu überwinden haben. Er bemerkt, dass in Röhren von ungleichmässiger Weite, zu denen die Blutgefässe gehören, eine solche Gleichsetzung nicht zulässig sei.

Schon diese Darstellung meines Irrthums ist nicht ganz treffend. Ich selbst hatte mit Röhren von ungleicher Weite vielfältig experimentirt und hatte ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass in solchen der Druck sich nicht nach Proportion der Widerstände ändere (Hämodynamik pg. 49). Hierbei bin ich nicht stehen geblieben. Vielmehr erkannte ich bereits nach welcher Richtung hin der beobachtete Druck und der aus den Widerständen berechnete von einander abweichen, und zeigte, dass vor jeder Verengerung der Strombahn ein höherer, vor jeder Erweiterung derselben ein geringerer Druck stattfinde, als stattfinden dürfte, wenn Druck und Widerstand in gleicher Progression abnähmen.

Ich habe die erste der erwähnten Abweichungen mit dem Namen positive Stauung, die letztere, ihrer entgegengesetzten Bedingungen wegen, mit dem Namen negative Stauung bezeichnet, und es trifft mich daher nicht sowohl der Vorwurf, dass ich Druck und Widerstand im Allgemeinen für gleich erachtet, als vielmehr der, dass ich im Unklaren darüber war, warum in so vielen Fällen die Gleichheit zwischen beiden bestand, während sie in anderen Fällen fehlte.

Im Allgemeinen will ich auf diese Unterscheidung kein grosses Gewicht legen, denn freilich liegen Unklarheit und Irrthum sehr nahe beisammen. Zugeben muss ich, dass mir die Wechselbeziehung zwischen Druck und lebendiger Kraft, oder, wie Donders sich ausdrückt, zwischen Druck und Geschwindigkeitshöhe, unbekannt war, gleichwohl bleibt fraglich, ob die Darstellung der Blutbewegung und ihrer Gesetze, die ich gegeben habe, in Folge dieses Umstandes auf Irrwege gerathen sei. Donders glaubt in dem Abschnitte meiner Hämodynamik, welcher von den Druckdifferenzen im Gefässsysteme handelt, Verirrungen der Art nachweisen zu können.

Ich habe behauptet, dass der Blutdruck im ganzen Verlaufe der Arterien, Capillargefässe und Venen stetig abnehme

und dass diese Abnahme auch in den grösseren Gefässen eine sehr merkliche sei. Hierzu sagt Donders: „Diese bestimmte Aussage von Volkmann beruht auf einer Vorstellung, von der er sich, wie es scheint, nicht frei machen konnte, dass nämlich das Manometer ein Widerstandsmesser sei. Es ist aber deutlich, dass es nur den Druck misst“ (pg. 440).

Hiergegen habe ich zweierlei zu erinnern. Zunächst beruhen meine Behauptungen nicht auf meinen Vorstellungen, die ich vom Hämodynamometer als einem Widerstandsmesser hege, sondern auf Beobachtungen, die ich mit demselben als einem Druckmesser angestellt habe; zweitens aber misst der Hämodynamometer keineswegs nur den Druck, wie im Vorstehenden behauptet wurde, sondern mit Bezug auf die eigenthümlichen Verhältnisse im Gefässsysteme allerdings auch den Widerstand. Um dies zu beweisen, werde ich mich an die von Donders angestellten Betrachtungen möglichst anschliessen.

Wenn ein Fluidum durch eine Röhre strömt, so ist in jedem Elemente desselben eine Summe von Kräften wirksam, welche Triebkraft heissen und mit T bezeichnet werden möge. Theorie und Erfahrung vereinigen sich zu beweisen, dass die Triebkraft im Verlaufe der Röhre allmälig abnimmt. Es verschwindet also Kraft in der Richtung des Stroms, und die Ursache dieses Verschwindens sind die Widerstände, welche Kraft verzehren. Man braucht nur zu wissen, wieviel Kraft verschwunden, um zu wissen, wieviel Widerstände gewirkt haben. Bezeichnen wir mit T die Triebkraft am Anfange und mit T' die Triebkraft am Ende der Röhre, so ist $T - T' = w$, wenn w die Widerstände bedeutet, welche den Kraftverlust verursachten.

Jene Summe von Kräften, die wir mit T bezeichneten, wirkt aber einerseits durch Druck, D, welcher mit Hülfe des Manometers messbar ist, andererseits als lebendige d. h. Bewegung vermittelnde Kraft F, welche vom Manometer nicht gemessen wird. Es ist also $T = D + F$. Um für diesen allgemeinen Ausdruck Maasszahlen zu gewinnen, stellt man sich

vor, diese bezüglichen Kräfte werden durch einen Wasserdrnck von T, D, F Höhe hervorgebracht. Wie dies möglich sei, bedarf für T und D keiner weitern Erörterung, anlangend F, so ist bekannt, dass jede lehendige Kraft die Annahme znlässt, sie sei durch Gravitation entstanden. Die Geschwindigkeit, die ein Körper hesitzt, wenn er lebendige Kraft ausübt, sie kann als die Endgeschwindigkeit hetrachtet werden, die er im freien Falle erlangt hat. Nennen wir v diese Endgeschwindigkeit, so ist $\frac{v^2}{4g}$ die Höhe, durch welche er fallen musste, um sie zu gewinnen. Das F unserer Gleichung entspricht dieser Höhe, welche in der Hydraulik die Geschwindigkeitshöhe genannt wird. Es ist also $F = \frac{v^2}{4g}$, wenn v die Stomschnelle bedeutet. Diese Erklärung ist aher mit dem Anspruche, dass F eine Druckhöhe sei, nicht im Widerspruche, indem Wasser, welches aus der Oeffnung eines Gefässes unter dem Drucke einer Wassersäule von F Höhe ausfliesst, eine Geschwindigkeit zeigt, welche der Endgeschwindigkeit gleichkommt, die es erlangt haben würde, wenn es durch einen Raum von F Höhe frei herabgefallen wäre.

Nach diesen Vorbemerkungen ist die Bedeutung des Hämodynamometers, als Widerstandsmesser, leicht verständlich zu machen. Im Blutgefässsysteme ist die Stromschnelle sehr gering nnd die Geschwindigkeitshöhe noch viel geringer, ja im Vergleich zum Drncke verschwindend klein. Denn selbst die kleinen Fehler, welche sich beim Messen des Druckes nicht vermeiden lassen, sind grösser, ihrem Werthe nach, als die Geschwindigkeitshöhe. Wird also nach der Triebkraft $T = D + F$ gefragt, so kann es zu nichts führen, dem gemessenen Drucke D die Geschwindigkeitshöhe F hinzuzufügen, man wird vielmehr T ohne weiteres $= D$ setzen dürfen, und wird hiermit der Wahrheit so nahe kommen, als dies nach nnseren Beohachtungsmethoden möglich und für die Betrachtungen, die wir jetzt machen wollen, erforderlich ist [1]).

1) Um dies an einem Beispiele deutlich zu machen, so ist der Blut-



Was folgt hieraus? Ich zeigte in Uebereinstimmung mit Donders, dass der Widerstand zwischen zwei Punkten einer Röhre, durch welche ein Fluidum strömt, = w = T – T′ ist, wenn T die Triebkraft an den bezüglichen Punkten bezeichnet. Nun ist

$$T = D$$
$$\text{und } T' = D'$$
$$\text{folglich auch } D - D' = w.$$

Wir wollen uns vorstellen, D bezeichne den Druck an einem beliebigen Punkte des Gefässsystemes, D′ aber denjenigen an dessen Endpunkte. Dann wird die Erfahrung bedeutungsvoll, dass der Druck am Ausgange der Venenstämme auf Null herabsinkt. Führen wir diesen Werth in die letzte Gleichung ein, so erhalten wir

$$D - o = w$$
$$\text{oder } D = w.$$

Das heisst: der durch den Hämodynamometer gemessene Druck ist an jedem Punkte des Gefässsystemes merklich dem Widerstande gleich, welchen das Blut von eben diesem Punkte aus noch zu überwinden hat. – Der berühmte Mathematiker Young hat die von Hales angestellten Druckmessungen zuerst in diesem Sinne gedeutet, und hat seine Betrachtung ausdrücklich durch die Bemerkung gerechtfertigt, dass die Geschwindigkeitshöhe in der Physik des Blutkreislaufs nicht berücksichtigt werden könne.

Mit Hülfe vorstehender Eörterungen wird es leicht sein mich gegen einen Vorwurf zu schützen, der ohne dieselben sehr gewichtig scheinen könnte. Donders sagt, ich beweise die Abnahme des Blutdruckes indem ich von falschen Prämissen ausgehe. Meiner Annahme nach sei der Blutdruck das Maass der Widerstände, und müsse dann freilich im Verlaufe des Gefässsystemes abnehmen, wie die Widerstände selbst abnehmen. Aber die Supposition sei unrichtig, weil die Gefässhöhle eine ungleichmässig weite sei, und weil in Röhren

---

druck in der Carotis etwa 2500 Mm, die Stromschnelle etwa 300 Mm., also die Geschwindigkeitshöhe 4,59 Mm. oder 1/500 des Blutdruckes.

von ungleichmässigem Kaliber die Veränderungen des Druckes von den Veränderungen der Geschwindigkeitshöhe abhingen. Ich acceptire das von Donders pg. 440 gemachte Eingeständniss, dass wenn der Druck dem Widerstande gleich wäre, derselbe im Verlaufe des Gefässsystemes würde abnehmen müssen, und berufe mich auf das Vorausgeschickte. Man kann die Gleichheit von Druck und Widerstand leugnen, wenn es sich um Entwickelung physikalischer Begriffe handelt, man kann sie nicht leugnen, wenn beide nach Maasszahlen bestimmt werden sollen.

Uebrigens beruht der Beweis meines Lehrsatzes überhaupt nicht auf Annahmen, sondern auf Messungen mit dem Hämodynamometer als Druckmesser, wie schon bemerkt worden. Poisseuille, der berühmte Erfinder dieses Instrumentes, kam nun zwar zu dem Resultate, dass der Blutdruck im ganzen Arteriensysteme gleich sei, aber seine Beobachtungen sind unbrauchbar, wie ich in meiner Hämodynamik pg. 163 bewiesen habe. Donders räumt die Unbrauchbarkeit der Beobachtungen ein, bezeichnet aber dessen ungeachtet meine Kritik derselben als ungerecht. Ich hatte nämlich bemerkt, die absolute Uebereinstimmung der Druckwerthe, die Poisseuille in verschiedenen Arterien erhalten, nöthige zu der Annahme, dass die Beobachtungen nach einem dem Verf. plausibeln Grunde der Wahrscheinlichkeit corrigirt worden seien. Diese Behauptung muss ich festhalten.

Poisseuille will gefunden haben, der Druck des Blutes in zwei verschiedenen, beliebig weit aus einander liegenden Arterien sei vollkommen derselbe. Die Beobachtungen sind so gemacht, dass die Bestimmung eines jeden Druckwerthes von 2 Beobachtungen abhängt, nämlich von den Messungen eines zusammengehörigen Höhen- und Tiefen-Standes einer Athem- oder wahrscheinlicher Puls-Welle, aus welchen beiden Bestimmungen der mittlere Druckwerth durch Rechnung abgeleitet wird. Während nun Poisseuille den Druckwerth in der a. carotis bestimmte, musste ein Gehülfe ihn gleichzeitig in einer andern Arterie, etwa in der cruralis ermitteln. Jeder Vergleich des in zwei Arterien stattfindenden Druckes beruht

also auf 4 Beobachtungen und steht unter dem Einflusse mehrerer und ziemlich ergiebiger Fehlerquellen. Selbst wenn der Druck in allen Arterien gletch wäre, würde er in den Beobachtungen nicht gleich scheinen, und Druckdifferenzen von etwa 10 Mm. Quecksilber würden vielfältig zum Vorschein kommen. — Hätte nun Poisseuille behauptet, dass im Mittel zahlreicher Versuche der Druck in zwei verschiedenen Arterien sich gleich erwiesen, so liesse sich allenfalls annehmen, dass die ansehnlichen Beobachtungsfehler, die in einzelnen Parallelversuchen unvermeidlich waren, in der Summe aller sich ausgeglichen hätten, aber der französische Physiker legt uns Zahlen vor, welche eine absolute Uebereinstimmung der Beobachtungen in jedem Versuche beanspruchen. Um dies zu erkennen, muss man freilich jede Beobachtung zum Gegenstande einer besondern Berechnung machen, da Poisseuille die Druckwerthe direct nicht angibt. In den Tabellen finden sich nur die Höhenstände des Quecksilbers und der auf dem Quecksilber lastenden Kalilösung angegeben. Von dem Drucke des Quecksilbers ist der der Kalilösung mit Berücksichtigung der specifischen Schwere beider abzuziehen, um schliesslich auf den Blutdruck zu kommen. Diese Rechnung hat Poisseuille für die Summe aller Beobachtungen, die in einer Tabelle enthalten sind, ausgeführt, nicht aber für jede einzelne Beobachtung, worauf es hier ankommt. Ich will das von Poisseuille Unterlassene für eine seiner Versuchsreihen nachholen und in nachstehender Tabelle die von ihm angeblich durch Beobachtung gefundenen mittleren Druckwerthe notiren. Die Originaluntersuchungen finden sich in Brechet, Répert. gén. de physiol. et d'anat. T. VI. pg. 77, und wurden an einem Hunde angestellt.

	Mittlere Druckwerthe	
Beobachtung.	in der art. carotis.	in der art. brachialis.
1	163,5 Mm.	163,5 Mm.
2	163,5 „	163,5 „
3	182,5 „	182,5 „
4	196,75 „	196,75 „
5	192 „	192 „

Beobachtung.	Mittlere Druckwerthe in der art. carotis.	in der art. brachialis.
6	196,75 Mm.	196,75 Mm.
7	187,25 „	187,25 „
8	187,25 „	187,25 „
9	113,5 „	113,5 „
10	168,25 „	168,25 „
11	168,25 „	168,25 „

und so weiter! Hat nun vielleicht Donders (was er von mir vermuthet) die Arbeit Poisseuilles nicht genau genug gekannt, oder sollte er wirklich behaupten wollen, dass Versuche, die von zwei Beobachtern unter sehr ungünstigen äusseren Umständen angestellt werden, eine absolute Uebereinstimmung zeigen können? Mein verehrter Gegner will diese Uebereinstimmung dem Zufall beimessen, diese Auffassung ist sehr liebenswürdig, aber doch wohl nicht physikalisch.

Auch ich habe Versuche über den Druck an verschiedenen Stellen des Gefässsystems angestellt. Dieselben zerfallen ihrer Methode nach in drei Klassen und beweisen, ein Paar sehr unverfängliche Ausnahmen abgerechnet, sämmtlich, dass der Druck, auch in den grösseren Gefässen, in der Richtung des Kreislaufs merklich abnehme. Hiergegen werden Zweifel erhoben, und es kommt also darauf an, die Beweiskraft meiner Versuche aufrecht zu erhalten.

Bevor dies geschehen kann, müssen einige Vorbemerkungen zum Verständniss der Druckmessungen gemacht werden, da Donders (pg. 436) auch in dieser Beziehung mir Einwürfe macht.

Man denke sich ein Arterienstamm gebe rechtwinklich einen Ast ab. Die Aufgabe ist, den Druck an diesem Punkte zu untersuchen. Wir schneiden den Ast durch, führen in das Ende, welches mit dem Stamme zusammenhängt, den Manometer ein und erhalten den gesuchten Druck. Dieser einfache Versuch gibt zu einer weitern Betrachtung Anlass. Erwägt man, dass der Ast, in welchen der Hämodynamometer eingeführt wird, nur die Dienste eines Verbindungsstückes zwischen dem Gefässstamme und dem Instrument leistet, so muss ein-

leuchten, dass seine Länge für die Bestimmung des Druckes ohne alle Bedeutung ist. Denn wenn man beispielsweise den hydrostatischen Druck in einem Wassergefässe bestimmen und sich hierzu einer rechtwinklich gebogenen Glasröhre bedienen wollte, wenn ferner der horizontale Schenkel dieser Röhre mit dem Boden des Gefässes in Verbindung gesetzt und der lothrechte Schenkel als Druckmesser benutzt würde, so kann kein Zweifel sein, dass die Grösse des gefundenen Druckes von der Länge des horizontalen Röhrenschenkels unabhängig sein würde. Aus dem Gesagten ergibt sich, dass bei Einführung des Hämodynamometers in einen Gefässast, gleichviel ob lang oder kurz, der Druck gemessen wird, der an der Ursprungsstelle eben dieses Astes im Stamme selbst stattfindet, denn es ist klar, dass der in Gebrauch genommene Ast dem horizontalen Schenkel der vorerwähnten Glasröhre analog ist.

Nun wollte ich aber in gewissen Fällen nicht den Druck am Ursprunge eines Gefässes, sondern den Druck an einem bestimmten Punkte seines Verlaufes, weiter abwärts vom Herzen, messen. Um dies durchzuführen, versah ich den Manometer mit einem dreischenklichen Ansatzstücke von Tförmiger Gestalt. Das Blutgefäss wird quer durchgeschnitten, die beiden Arme des erwähnten Ansatzstückes werden in die Lumina desselben eingebunden und der Fuss dient zur Befestigung des Apparates am Druckmesser. Bei dieser Anordnung entsprechen die beiden Arme, welche beiläufig die Weite des zu prüfenden Gefässes haben müssen, dem Gefässstamme, und der Fuss entspricht einer rechtwinklich abgehenden Arterie. Messungen mit Hülfe solcher dreischenklichen Ansatzstücke bestimmen also den Druck für den Punkt des Blutgefässes, an welchem der Manometer angebracht ist.

Wenn man eine dreischenkliche Ansatzröhre in Anwendung nimmt und das Blutgefäss auf der peripherischen Seite abwechselnd zusammendrückt und wieder öffnet, so findet sich, dass dem entsprechend der Blutdruck steigt und sinkt. Die Deutung dieser Erscheinungen liegt auf der Hand. Der Versuch sagt aus: dass der Druck am Ursprunge des Gefässes grösser sei, als an dem Punkte, wo es mit dem Manometer in Ver-

bindung steht. In einem Falle, wo ich mein Instrument in die a. carotis eines Pferdes am Halse eingeführt hatte, fand sich, dass durch Zudrücken der Arterie auf der peripherischen Seite der Druck um 14 Mm. Quecksilber erhöht wurde. – Hierzu bemerkt Donders: „Volkmann gelangt zu dem Resultate, dass nicht allein die Summe von Druckhöhe D und Geschwindigkeitshöhe F, welche die treibende Kraft T vorstellt (D + F = T), sondern dass sogar ein noch höherer Werth gefunden wird, der wohl um 14 Mm. Quecksilber mehr betragen könne. Dem kann ich nicht beistimmen. Denn es wird keine Geschwindigkeitshöhe gemessen, selbst wenn eine einzelne Arterie verstopft wird, und überdies ist mir die Erhöhung über D + F etwas Räthselhaftes.“ –

Ich gestehe nicht einzusehen, was hier Schwierigkeiten mache. Wenn wir die Arterie zusammendrücken, so hört in ihr die Bewegung des Blutes auf, zu deren Herstellung die Geschwindigkeitshöhe F verwendet wurde. Was aber an lebendiger Kraft erspart wird, muss dem Drucke zu Gute kommen. Der Hämodynamometer misst also, wenn die Arterie verstopft wird, allerdings die Geschwindigkeitshöhe, er misst sie nach dem Prinzipe der Geschwindigkeitsmesser oder Pitotschen Röhren (vergl. Fick med. Physik pg. 106). Aber weiter ist auch leicht verständlich, dass der Druck, nach Verstopfung der Arterie, nicht bloss den Werth D + F, sondern einen um Etwas grösseren Werth haben könne. Ist nämlich die Arterie verstopft worden, so misst man, wie oben gezeigt wurde, nicht den Druck an dem Punkte, wo das Instrument angebracht ist, sondern an dem Punkte, wo die Arterie ihren Ursprung nimmt. Zwischen beiden Punkten geht Kraft verloren, aber selbstverständlich nur, wenn das Blut strömt, nicht wenn es durch Verstopfung der Arterie seiner Bewegung beraubt ist. Gesetzt dieser Kraftverlust wäre bei strömendem Blute = h gewesen, so würde offenbar durch Verstopfung der Arterie die Kraft h für den Druck wieder gewonnen. – Dies die Auflösung des Räthsels. In meinem Falle war h = 14 Mm. Quecksilber, d. h. der Druck war am Ursprunge der art. ca-

rotis um 14 Mm. grösser, als an einem mehr peripherisch gelegenen Punkte, in der Mitte der Halsgegend.

So viel über die erste Klasse meiner Beobachtungen. Anlangend die zweite, so schnitt ich aus einem Blutgefässe ein Segment aus und substituirte demselben eine sehr lange, 6,97 □Mm. weite, gebogene Glasröhre, durch welche das Blut nun fliessen musste. Auf dieser Röhre waren in einer Distanz von 900 Mm. Druckmesser angebracht. Die zwischen diesen bebemerkliche Druckdifferenz misst annäherungsweise diejenige, welche in einem Blutgefässe von 6,97 □Mm. Weite auf die Strecke von 900 Mm. entstehen musste. Untersuchen wir, wie gross die vom Versuche ausgehenden Fehler sein mögen. – Die Einführung der Glasröhre behindert die Strömung, folglich muss der Blutdruck im Allgemeinen eine kleine Steigerung erfahren. Ich behaupte eine kleine, weil die Erhöhung, welche der Druck erfährt, auf Kosten der Geschwindigkeitshöhe zu Stande kommt, welche vermindert wird, und weil die Geschwindigkeitshöhe, wie oben bewiesen, ein verschwindend kleiner Werth ist. Zwar wäre denkbar, dass durch Einführung meiner Röhre die ganze Summe der Kräfte, also $T = D + F$ eine Erhöhung erführe, etwa in der Weise, dass das Herz zur Ueberwindung des ungewohnten Widerstandes eine grössere Kraft entwickelte. Indess ist an einen derartigen Kraftzuwachs unter den angeführten Umständen kaum zu denken, und selbst wenn eine merkbare Steigerung des Druckes im ganzen Systeme eintreten sollte, würde die Druckdifferenz in meinem Apparate doch nur sehr wenig, nämlich nach Verhältniss ihres Werthes zum gesammten Drucke gefälscht sein. Aus Allem ergibt sich, dass die Fehler, welche vom Versuche ausgehen, zu klein sind, um Berücksichtigung zu verdienen.

Die Beobachtung ergab nun Unterschieee von 129,6, 140,7 und 220 Mm. Blutdruck. Zu diesen Beobachtungen bemerkt Donders pg. 446 Folgendes: „Dieses Resultat konnte man voraussagen, aber es beweist nicht, was Volkmann daraus ableitet. Denn diese Röhre ist überall von gleicher Weite; die Stromgeschwindigkeit bleibt also in der ganzen Röhre dieselbe,

daher muss durch den Widerstand in der Röhre, welcher natürlich die Triebkraft vermindert, der Druck abnehmen. — Es ist aber die Frage, ob dies geschieht, wenn, wie dies im Arteriensystem der Fall ist, zu gleicher Zeit das Stromgebiet sich erweitert und dadurch die Stromgeschwindigkeit abnimmt. Inzwischen ist dieser Versuch nicht nur sehr sinnreich, sondern auch höchst merkwürdig, weil er uns zeigt, dass die Triebkraft des Blutes in Gefässen von 3 Mm. Durchmesser sehr langsam abnimmt, so dass der Widerstand zum grössten Theile in den kleinsten Gefässen anzutreffen ist."

Diese Kritik dürfte in mehr als einer Hinsicht mangelhaft sein. — Erstens ist zwar richtig, dass die carotis auf eine Strecke von 900 Mm. Länge nicht die gleiche Weite behält, aber sie behält dieselbe doch in einer Strecke von irgend-welcher Länge! Mein Versuch bezweckt aber nichts Anderes, als zu zeigen, dass in einem Blutgefässe von 3 Mm. Durchmesser der Druck in sehr merklicher Weise abnehme, und zwar wenn wir die Druckabnahme mit δ, die Länge des Gefässsegmentes, in dem sie erfolgt, mit λ bezeichnen, wie

$$\delta : \lambda = \frac{129{,}6 + 140{,}7 + 220}{3} : 900 = 163 : 900 = 1 : 5{,}52 = 0{,}18.$$

Die Druckabnahme betrug im Mittel von 3 Versuchen in einem Gefässe von 3 Mm. Durchmesser, 18 % der Gefässlänge. —

Zweitens bemerkt Donders, mein Versuch beweise, dass die Triebkraft des Blutes in Gefässen von 3 Mm. Durchmesser sehr langsam abnehme, so dass der Widerstand zum grössten Theile in den kleinsten Gefässen zu treffen sei. Dies Urtheil ist offenbar irrig. Ob die Widerstände, welche den Druck consumiren, zum grössten Theile von den kleinsten Gefässen ausgehen, darüber gewährt mein Versuch nicht den mindesten Aufschluss. Mein Versuch sagt nur: dass in einem Gefässe von 3 Mm. Durchmesser, in welchem mehrere der einflussreichsten Ursachen des Kraftverlustes fehlen (z. B. die Winkel, die Stauungsverhältnisse u. s. w.), die Abnahme des Druckes 18% der Gefässlänge betrage. Man kann diese Abnahme eine langsame nennen, aber freilich mit gleichem Rechte auch eine schnelle. Die Hauptsache ist, dass

Young und Poisseuille, meine Vorgänger in diesen Untersuchungen, jede merkbare Verminderung des Blutdruckes in den Arterien geleugnet hatten. Mit Bezug hierauf ist die von mir gefundene Druckabnahme eine sehr bedeutende.

Ich komme zur dritten Klasse meiner Versuche. Dieselben wurden so angestellt, dass zwei, an verschiedenen Punkten des Gefässsystemes angebrachte Druckmesser am Kymographion die gleichzeitigen Druckwerthe in Gestalt von Kurven aufzeichneten. Diese Methode erlaubt nicht nur eine äusserst genaue Messung in einem bestimmten Zeitmomente, sondern gestattet auch eine exacte Bestimmung des Mittel druckes für die Dauer eines grösseren Zeitabschnittes. Donders selbst billigt diese Methode, welche für den Ursprung der carotis und den Ort, wo dieselbe mit dem circulus arteriosus Willisii anastomosirt, Druckunterschiede von 25 Mm. Quecksilber und mehr ergab. Gleichwohl urgirt er, dass ich mit Hülfe derselben Methode bisweilen einen etwas höhern Druck in der art. cruralis als in der art. carotis erhalten habe, und meint schliesslich, „dass eine genaue Analyse der durch die Versuche gewonnenen Resultate die Frage, ob der Druck nach der Peripherie abnehme, unentschieden lasse.“ pg. 439.

Nun liegt allerdings die cruralis weiter abwärts vom Herzen als die carotis, und sollte mit Bezug hierauf den geringern Druck ausweisen. Indess widerspricht der etwas grössere Druck in der Schenkelarterie dem Grundsatze, dass der Blutdruck abwärts vom Herzen abnehme, darum nicht, weil in einem verzweigten Röhrensysteme die Abnahme des Drukkes in den verschiedenen Zweigbahnen nicht nothwendig deren Längen proportional ist. Ich habe diesen Satz in meiner Hämodynamik aufs Bündigste erwiesen, auch mussten die Resultate, die ich gewonnen, im voraus erwartet werden. Gesetzt nämlich die Consumtion von Triebkraft sei in zwei Collateralbahnen absolut dieselbe, so ist damit doch keineswegs gesagt, dass der Kraftverlust in beiden in derselben Progression fortschreiten müsse. Denn der Kraftverlust entsteht ja in jedem Röhrensegmente nach Maassgabe

der Widerstände, die ihn veranlassen, und diese können in der einen Bahn mit den Werthen 1, 2, 3, 4, in der andern umgekehrt mit den Werthen 4, 3, 2, 1 auf einander folgen.

Meine Versuche, bei weitem die umfangreichsten, und ich glaube hinzusetzen zu dürfen die genauesten, welche über diesen Gegenstand angestellt worden, sagen aus: dass der Blutdruck auch in den grösseren Gefässen, Arterien und Venen, in sehr merklicher Weise abnehme. Untersuchen wir, ob die Theorie gegen dieses Resultat der Erfahrung Etwas einzuwenden habe? Die Antwort auf diese Frage liegt im Grunde schon im Vorhergehenden und fällt verneinend aus.

Da nämlich die Geschwindigkeitshöhe im Gefässsyteme eine verschwindend kleine Grösse ist, so ist, wenn es sich um Messungen handelt, der Druck D der gesammten Summe der wirkenden Kräfte oder der sogenannten Triebkraft gleich. Dass letztere im Verlaufe der Blutgefässe continuirlich abnehme, ist unzweifelhaft, und folglich ist die continuirliche Abnahme des Druckes ebenfalls gesichert [1]).

Fraglich könnte nur sein, ob diese Abnahme eine in den grösseren Gefässen merkliche sei, wie meine Beobachtungen aussagen, indess hat die Theorie kein Recht hierüber zu entscheiden. Ich habe Veranlassung dies näher nachzuweisen.

---

1) Ich will nicht unerwähnt lassen, dass Donders mit Hülfe derselben Betrachtung pg. 448 zu demselben Resultate kommt: „dass der Blutdruck nach der Peripherie hin, wie Volkmann angenommen, abnehmen müsse.“ — Ich gestehe nicht zu begreifen, wie sich dieses Zugeständniss mit der vorausgehenden Opposition gegen meine Annahmen vereinigen lasse. Donders führt aus, dass die theoretischen Missverständnisse, in denen ich befangen gewesen, mich bezüglich des Blutdruckes und dessen Abnahme zu falschen Schlüssen verleitet; er sucht weiter zu zeigen, dass meine Versuche bei genauerer Analyse nicht Stich halten, wie bin ich denn mit falschen Reflexionen und unzulänglichen Beobachtungen zu richtigen Resultaten gekommen? Ferner wenn Donders, in Berücksichtigung, dass die Geschwindigkeitshöhe ein verschwindend kleiner Werth ist, (pg. 447) meinen Annahmen schliesslich beistimmt, warum rügt er, dass ich die Geschwindigkeitshöhe vernachlässigt, in Folge dessen Druck und Widerstand confundirt und Poissenilles Druckmesser fälschlich für einen Widerstandsmesser gehalten habe.



Young, berühmt als Mathematiker und Hydrauliker, hat ausgerechnet, dass der Blutdruck in den Arterien bis in die nächste Nähe der Haargefässe nicht merklich abnehme, nämlich wenig über 3 Mm. Quecksilber. Von mehreren Seiten ist dieser Rechnung mehr Zutrauen geschenkt worden, als meinen Beobachtungen; es ist leicht zu zeigen, dass dies auf Missverständnissen beruhe.

Fick hat in seinem Handbuche (pg. 100) die Formel entwickelt, nach welcher die Abnahme des Blutdruckes im Gefässsysteme berechnet werden müsste. Bezeichnet man die von den Widerständen abhängige Druckabnahme mit w, die Länge des Röhrenelements mit l, dessen Durchmesser mit d, die Stromschnelle mit v, und die unbekannten Coefficienten mit a und b, so erhält man die Formel

$$w = \frac{4l}{d}(a v^2 + b v)$$

Für jedes Röhrenelement wären nun nicht nur die Werthe l d v durch genaue Messungen zu bestimmen, sondern auch die unbekannten a und b aus zahlreichen Versuchen bei veränderten Werthen von v abzuleiten! Wollte man nun die Druckabnahme in einer grösseren Gefässstrecke, wie beispielsweise in der ganzen Länge des Arteriensystems bestimmen, so hätte man für jedes Gefässelement von kleinster Länge die Grössen l d v a b von neuem zu bestimmen, hätte aus jedem den Werth w zu berechnen und alle einzelnen Werthe zu summiren. Welches Monstrum von Aufgabe!

Die Behauptung: dass die in der Formel vorkommenden Werthe sich auf empirischen Wege auch nicht einmal annäherungsweise beschaffen lassen, bedarf meines Erachtens keines Beweises [1]). Aber wenn man zugeben muss, dass für Youngs Rechnungen die erforderlichen Unterlagen fehlen, so sollte man auch einräumen, dass Youngs Rechnungen zu nichts führen und am allerwenigsten meine

1) Young selbst berichtet, dass er diese Werthe von Keil entlehnt, der sie nicht etwa gemessen, sondern hypothetisch bestimmt hatte, und zwar mit Hülfe jener fabelhaften Hypothesen, welche die Jatromathematik in so gänzlichen Verruf brachten.

Beobachtnngen, die nach einer höchst einfachen, bezüglich der Frage, um die es sich handelt, sichern Methode, angestellt sind, verdächtigen können. Ich habe mit Helmholtz, wohl dem competentesten Richter in dieser Angelegenheit, ansführlich gesprochen und zu meiner Befriedigung vernommen, dass auch er Berechnungen, wie die von Young unternommenen, für unansführbar hält, nnd zwar unausführbar, weil zu demselben die empirischen Grnndlagen fehlen; ich füge hinzu: für immer fehlen werden.

Znm Schlusse noch ein Paar allgemeine Bemerkungen. Donders beginnt die Kritik meiner Arbeit mit den Worten, dass er einige fundamentale Irrthümer zu beleuchten haben werde. —

Fnndamentale Irrthümer pflegt man im Gebiete der Naturwissenschaften nur denen vorzuwerfen, welche sich Verstösse gegen die allgemeingültigen Naturgesetze zu Schnlden kommen lassen. Ich finde nicht, dass Verstösse der Art mir nachgewiesen worden. — Unbekannt mit dem Prinzip der Erhaltung der Kraft, habe ich zu der Ansicht hingeneigt, dass der Druck, welchen strömende Flüssigkeiten ausüben, dem Widerstande gleich sei, den sie zu überwinden haben; aber meine Versuche haben mich belehrt, dass die Gleichung keine allgemein gültige sei. Weit entfernt den Grundsatz aufzustellen: die Grösse des Druckes ist unter allen Umständen aus den Widerständen ableitbar, habe ich gezeigt, dass er unter gewissen, von mir ansdrücklich bezeichneten Umständen aus denselben nicht ableitbar sei. Mit den Worten positive Stauung bezeichnete ich den einen Complex von Umständen, mit dem Ausdruck negative Stauung den andern, bei deren Gegenwart die Ableitung des Druckes aus den Widerständen nicht möglich ist. Mit welchem Rechte kann nun meine negative Stauung eine Absurdität genannt werden?

Man untersuche, wie Donders zu diesem tadelschweren Ausdruck gekommen, und man wird finden, dass sein Raisonnement im Wesentlichen Folgendes ist: Nehmen wir mit

Volkmann an, der Druck sei überall dem Widerstande gleich, und prüfen von diesem Standpunkte aus die von ihm selbst gemachten Beobachtungen über die Druckverhältnisse in Röhren von ungleichem Kaliber, so erweisen sehr einfache mathematische Betrachtungen,' dass man zu dem absurden Schlusse kommt, dass gewisse Complicationen von Widerständen (wie seine negative Stauung) die Triebkraft steigern müssten, während sie selbstverständlich dieselbe nur schwächen können. —

Aber wie kann Donders mir die Behauptung unterschieben, dass der Druck dem Widerstande überall gleich sei, da ich durch Beobachtungen nachweise, dass Druck und Widerstand eben nicht überall gleich sei. Donders beweist mit Hülfe theoretischer Betrachtungen genau dasselbe, was ich auf rein empirische Weise bereits bewiesen hatte, und insofern seine Beweisführung sich auf meine Beobachtungen stützt, würde sie gänzlich überflüssig sein, wenn sie nicht beiläufig werthvolle Aufschlüsse über den von mir nicht ergründeten Causalzusammenhang der Phänomene enthielte. Ich habe die proportionale Abnahme des Druckes und der Widerstände als Regel, die nicht proportionale Abnahme bei positiver oder negativer Stauung als Ausnahme dargestellt. Diese Darstellung lässt etwas zu wünschen übrig, den Nachweis nämlich, dass Regel wie Ausnahme in dem Prinzip der Erhaltung der Kraft ihre gemeinsame Erklärung finden, aber von einem fundamentalen Irrthum kann nicht die Rede sein. — Daher kommt es denn auch, dass Fick in seiner schönen Darstellung der Hydrodynamik nicht nur meine Ausdrücke positive und negative Stauung gelten lässt, sondern auch nachweist, wie der sachliche Inhalt derselben mit dem Prinzip der Erhaltung der Kraft übereinstimmt (mediz. Physik pg. 114).

Concremente aus dem Bojanusschen Organ.

Von

J. Schlossberger in Tübingen.

Die Deutung des Bojanusschen Organs ist wohl noch nicht ganz zweifellos festgestellt; doch neigt sich heutigen Tags die Mehrzahl der vergleichenden Anatomen dahin, dasselbe für eine Niere zu erklären, zumal seit Garner und v. Babo (siehe v. Siebolds vergl. Anatomie pg. 283) angaben, darin Harnsäure gefunden zu haben. Eine nähere chemische Prüfung der Concretionen, welche sich in jener Drüse erzeugen, wurde mir durch meinen Freund Leuckart möglich gemacht, indem mir derselbe zwei solcher Steinchen (von *Pinna nobilis* stammend) überliess.

Dieselben waren rundlich, etwa erbsengross, das eine beinahe schwarz, das andere hellbraun; ausser dieser Verschiedenheit in der Farbe zeigten beide sowohl mikroskopisch wie chemisch durchaus dieselbe Beschaffenheit. Sie bestanden aus sehr zahlreichen rundlichen Körnern, welche etwa die Grösse des Korns eines Schiesspulvers von mittlerer Feinheit besassen und so unter einander verklebt waren, dass das Concrement selbst eine durchaus höckerige, einem Maulbeerstein ähnliche Oberfläche darbot; nur waren die Körner nirgends scharfkantig, wie gewöhnlich an den kleesauren Harnsteinen, sondern durchweg abgerundet. Ihr Zusammenhang mit einander war ziemlich locker, das Steinchen zerbröckelte daher leicht; die einzelnen Körner waren hart und auffallend schwer.

Bei 100maliger Vergrösserung stellten sich die letzteren rundlich, oval, zum Theil auch wie von zwei Seiten gleichmässig eingedrückte Kugeln dar. Die meisten waren so inten-

siv gefärbt, dass sie undurchsichtig, schwarzbraun erschienen; einzelne hellere waren durchscheinend, hellbraun und besassen zuweilen eine häutige Einfassung oder etwas zerfetzte helle häutige Anhängsel. An den blasseren Körnern zeigte sich bereits vor der Behandlung mit chemischen Mitteln eine deutliche concentrische Streifung; besonders deutlich aber wurde dieselbe nach mehrmaligem Auskochen mit Kali, wonach in jedem Korn eine ähnliche Schichtung zu Tage kam, wie sie von durchschnittenen harnsauren Blasensteinen bekannt ist. Auch die Färbung war dann eine ganz ähnliche, die des Milchkaffees, wobei der Kern häufig die dunkelste Nuançe zeigte.

Wasser und Weingeist lösten beim Kochen kaum eine Spur auf; das Gelöste war organischer Stoff und färbte jene Lösungsmittel gelb. Aether nahm gar nichts auf. Beim Zufügen von verdünnten Säuren fand einiges Aufbrausen statt. Beim Erhitzen entwickelte sich der Geruch nach verbrennendem Horn, es liess sich aber weder Schmelzung noch Aufblähen wahrnehmen und selbst nach mehrstündigem Glühen im offenen Platintiegel war die Form der Körner nahezu unverändert; ihre Farbe war graugelb geworden. 100 Th. der getrockneten Steinchen hinterliessen dabei 64,32 Th. mineralischer Substanz.

Die Versuche auf Harnsäure lieferten ein durchaus negatives Ergebniss: es wurden a. einige ganze Körner, b. der in Salzsäure unlösliche Theil der Körner, c. die aus der kalischen Abkochung mit Salzsäure gefällten Flocken der Probe mit Salpetersäure unterworfen, ohne irgend eine Röthung zu erhalten. Ich bemerke hierzu, dass das von Prof. v. Babo untersuchte Concrement von einem andern Acephalen (*Pectunculus pilosus*) herstammte und auch nach der Beschreibung v. Siebolds bedeutend von den Steinchen aus *Pinna* abwich.

Wurden die Körner mit concentrirter Salpetersäure auf dem Objectträger in Berührung gebracht, so bildete sich um jedes Korn ein Hof von tief gelber Flüssigkeit, es entwickelten sich Gasblasen und hinterblieb eine bräunliche Masse von der Form des ursprünglichen Korns. Beim Kochen der gepulverten Körner mit derselben Säure färbte sich diese schnell braun, in ihr schwammen graubraune Flocken; das Filtrat gab mit Ammo-

niak einen voluminösen, in Essigsäure nur theilweise löslichen Niederschlag. Doch vermochte ich in dem in letzterer Säure ungelöst gebliebenen Theile dieses Niederschlags keine Kleesäure nachzuweisen, denn es erfolgte nach seinem Glühen durch Säurezusatz kein Aufbrausen; dagegen war in dem Glührückstand deutlich Eisenoxyd zu erkennen.

Als das beste Lösungsmittel für den schwarzbraunen Farbstoff, der in dem helleren Concrement nur in geringerer Menge vorhanden aber genau von derselben Beschaffenheit zu sein schien wie in dem schwarzen, erwies sich kochende Kalilauge. Man bemerkte bei ihrer Einwirkung reichliche Ammoniakentwickelung, das Kali färbte sich anfangs gelb, hernach tief malagaroth, die Körner fielen schnell zu Boden, sowie das Kochen nachliess. Nachdem sie so 4–5mal ausgekocht worden, zeigten sie die Eingangs geschilderte concentrische Streifung in klarster Weise und lösten sich nur mit gelber Farbe und vollständig in verdünnter Salzsäure. Der letzte Rest des Farbstoffs war ihnen überaus schwer zu entziehen, schien wie in chemischer Verbindung von ihnen zurückgehalten. Neben den blass gewordenen aber sonst unveränderten Körnern zeigte das Mikroskop in dem in Kali unlöslichen Reste viele blassgelbe oder röthliche, unregelmässig 3 oder 4eckige Blättchen, vielleicht Fragmente der Anhängsel, die wenigstens an einzelnen Körnern vorhanden gewesen waren.

Die kalische Abkochung wurde durch Salzsäure graubraun gefällt, der Farbstoff war aber nicht unlöslich in der Säure, weshalb auch die übersäuerte Flüssigkeit noch gelb aussah. Dagegen war er nahezu unlöslich in Wasser und Weingeist, ganz unlöslich in Aether, langsam löslich in Ammoniak. Von concentrirter Salpetersäure wurde er beim Erhitzen schnell zerstört, von Vitriolöl gelöst.

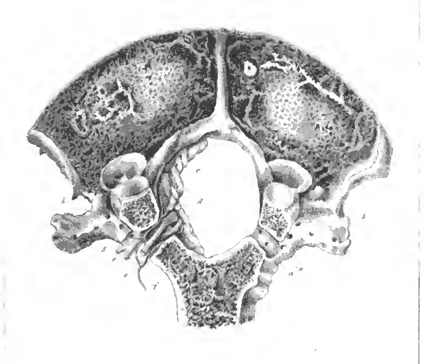
Die mit Salzsäure aus dem kalischen Auszug gefällten Flokken, welche jedenfalls den überwiegenden Theil des Farbstoffs einschlossen, rochen beim Erhitzen stark nach verbrennendem Horn; doch vermag ich nicht zu bestimmen, ob der Farbstoff selbst stickstoffhaltig ist oder ihm eine stickstoffige Materie, etwa Schleim, beigemengt war.

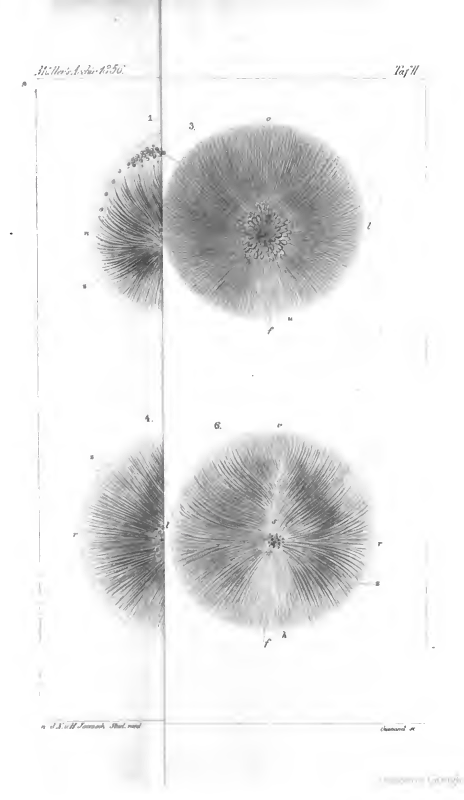


Das Auftreten eines schwarzbraunen Farbstoffs in dem Sekret der Bojanusschen Drüse kann in mehrfacher Weise überraschen, um so mehr, als derselbe manche chemische Analogieen mit dem sog. pigmentum nigrum des Menschen und der höheren Thiere darbietet. Das letztere pflegt man aus dem rothen Farbstoff des Wirbelthierblutes herzuleiten; aber bei den Lamellibranchien sind sowohl das Blutwasser als die gesammten Elemente des Blutes farblos. Den Eisengehalt theilt der dunkle Farbstoff dieser Thiere sowohl mit dem pigmentum nigrum der Wirbelthiere als auch mit dem sog. Melanin der Sepiendinte. Leider ist auch die chemische Natur der letzterwähnten dunkeln Pigmente, welche doch leicht und in weit grösserer Menge zu haben sind, nur sehr lückenhaft ermittelt.

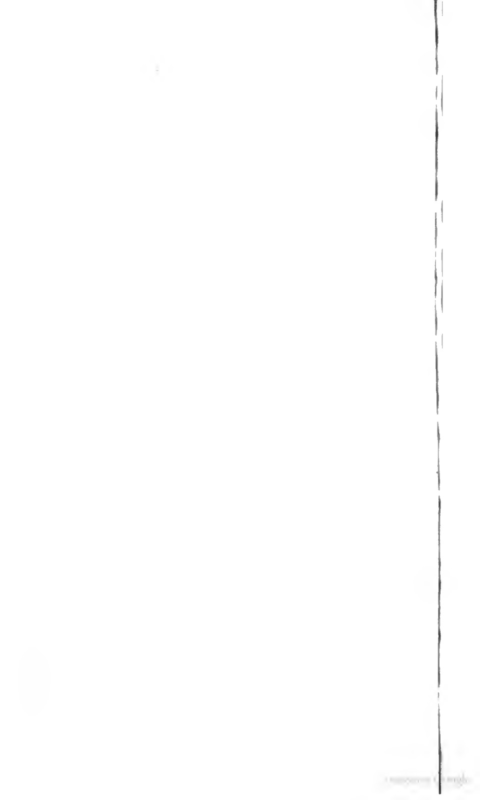
Die Mineralbestandtheile des Bojanusschen Concrements sind vorwiegend phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Bittererde; dann 1,86 pCt. kohlensaurer Kalk. In der geglühten Masse trifft man dann noch den schon hervorgehobenen beträchtlichen Gehalt an Eisenoxyd.

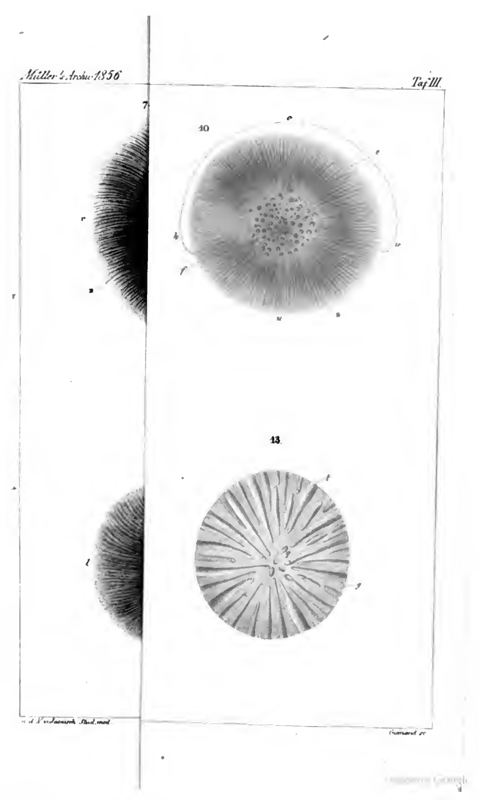
Berlin, Druck der Gebr. Ungerschen Hofbuchdruckerei.

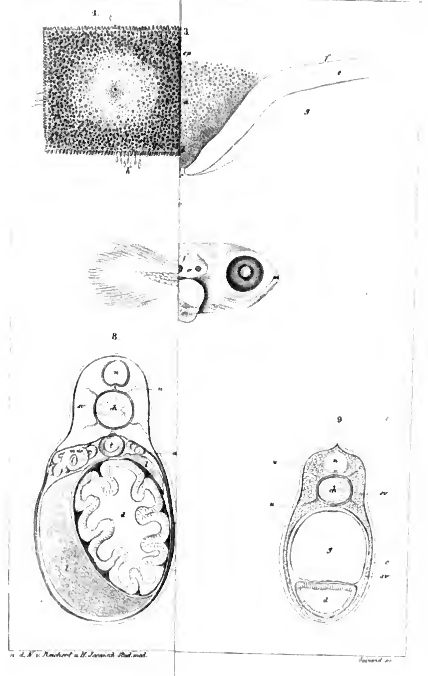




n. d. N. v. H. Jaensch. Stud. med.




7
10
13
r
s
l
e
h
f
v
u
t
g


Müller's Archiv 1856.
Taf. III.
1.
3.
8.
9.



A

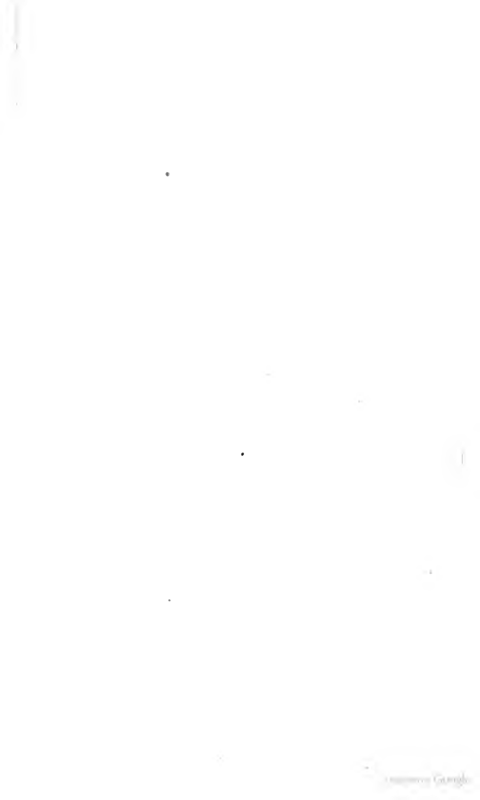
1. 2. 3.

5. 4. 6.

7. 8

2 B.

1 B



A

A.

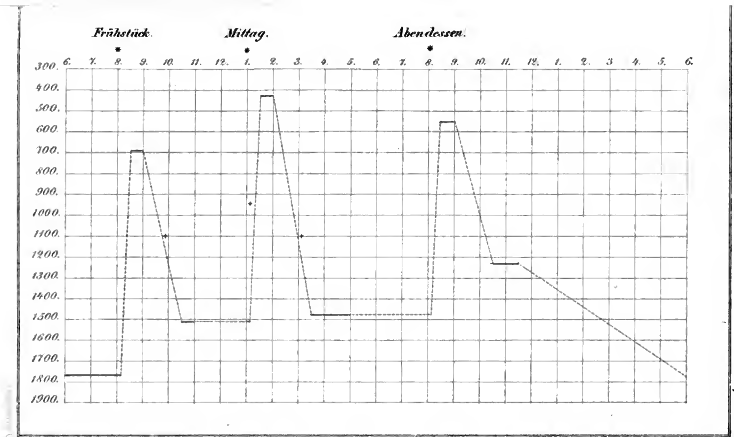
1. 2.

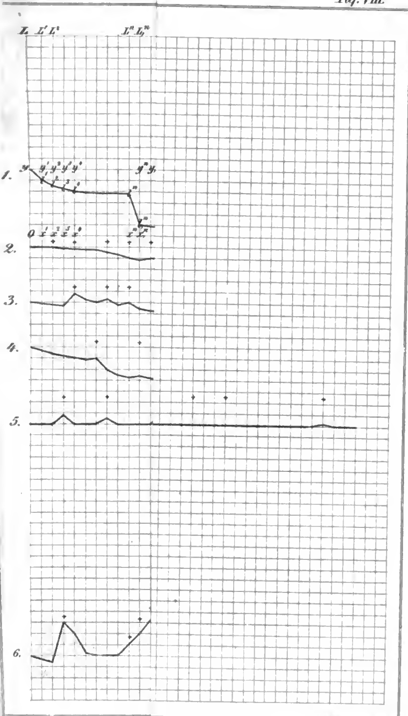
B.

2

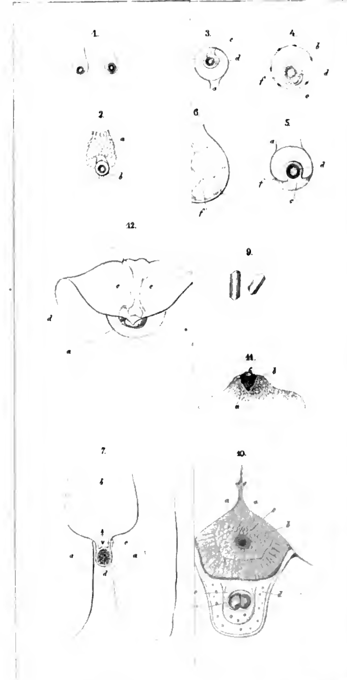
4.




Frühstück.
Mittag.
Abendessen.
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 1. 2. 3 4. 5. 6.
300. 400. 500. 600. 700. 800. 900. 1000. 1100. 1200. 1300. 1400. 1500. 1600. 1700. 1800. 1900.



1.
2.
3.
4.
5.
6.



Grünwald sc.





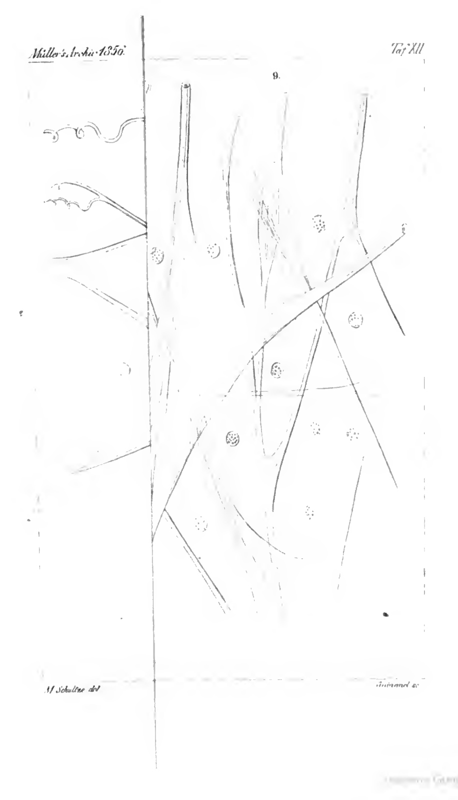


2.

a

7

M. Schultze del. C. Prussnardt sc.



M. Schultze del.

Guinand sc.

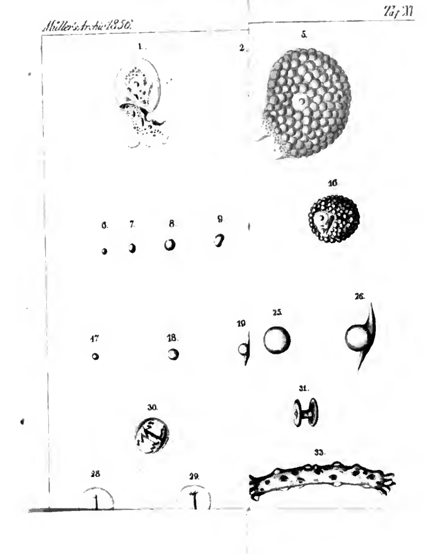


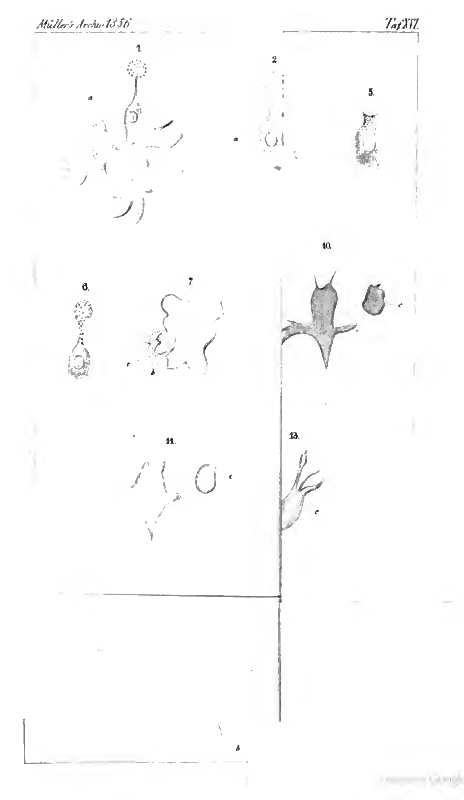
J. Lehmann del. C. Guinand sc.

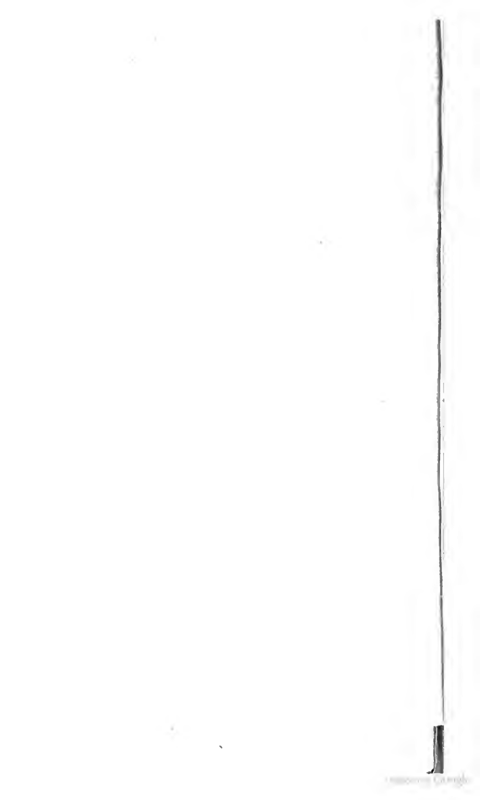


9 10 11 12 13 14 15

J. Lachmann del. C. Gaenard sc.


1.
2.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
17.
18.
19.
25.
26.
30.
31.
33.
28.
29.


1
a
2
a
5.
10.
c
6.
7
c
b
11.
c
13.
c
b



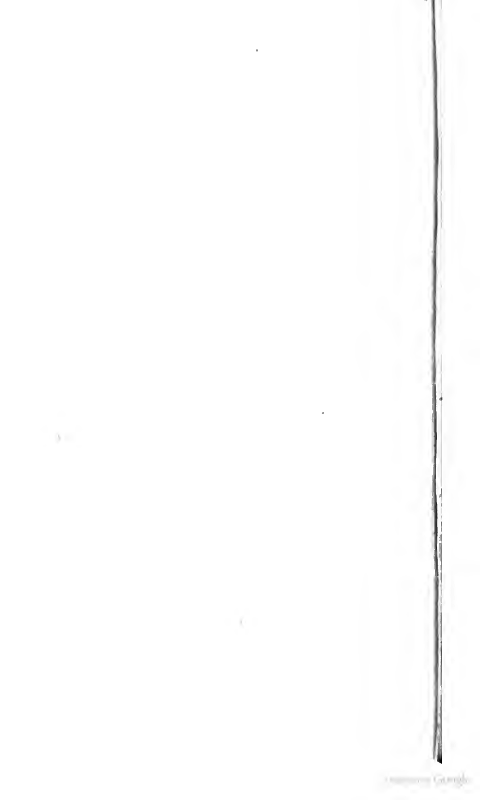
A.

B 1

a

4.

5.




Müller's Archiv



